



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESASTRES NATURAIS

Bianca Pereira de Souza

**Padrões atmosféricos associados a riscos de inundação costeira
no litoral central e centro-norte de Santa Catarina**

Florianópolis

2022

Bianca Pereira de Souza

Padrões atmosféricos associados a riscos de inundação costeira
no litoral central e centro-norte de Santa Catarina

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestra em Desastres Naturais.
Orientadora: Profa. Janete J. de Abreu, Dra.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
Através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Bianca

Padrões atmosféricos associados a riscos de inundação
costeira no litoral central e centro-norte de Santa
Catarina / Bianca Souza ; orientador, Janete Abreu, 2022.
122 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, , Programa de Pós-Graduação em
Desastres Naturais, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Desastres Naturais. 2. Inundação marinha. 3. Riscos
costeiros. 4. Alerta de inundações costeiras.. I. Abreu,
Janete. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais. III. Título.

Bianca Pereira de Souza
Padrões atmosféricos associados a riscos de inundação costeira
no litoral central e centro-norte de Santa Catarina

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado, em 05 de setembro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Janete Josina de Abreu, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Renato Ramos da Silva, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Mário Leal de Quadro, Dr.
Instituto Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Desastres Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Janete J. de Abreu, Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis, 2022

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que
estavam ao meu lado e compartilharam dos
bons momentos e das angústias que a vida
acadêmica proporciona.

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização de mais este sonho. Primeiramente, agradeço a minha família pelo apoio, me estimulando nos momentos difíceis. Obrigada por desejarem sempre o melhor para mim. Um agradecimento especial à Prof^a. Dra. Janete de Abreu, pela pessoa e profissional que é. Quero também agradecer aos colegas da 2^a turma de Mestrado em Desastres Naturais de Universidade Federal de Santa Catarina, que além de dividirem momentos alegres e felizes, sempre foram mais do que colegas de sala de aula, não mediram esforços para ensinar e trocar experiências sobre suas profissões. Agradeço imensamente o profissional Matias Boll, responsável pela rede maregráfica da EPAGRI/CIRAM, pelo apoio nas informações e disponibilização dos dados para que essa pesquisa fosse realizada; ao colega Murilo Fretta, meteorologista da Defesa Civil de Santa Catarina pela disponibilização de cartas sinóticas, e às amigas Claudia Porcellis e Marilia Trindade, geógrafas, pelo apoio na elaboração de mapas. Sou muito grata também ao amigo Gustavo Verardo, meteorologista, pela ajuda e esforço no tratamento de dados desta pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada!

“Nunca, jamais desanimas, embora venham ventos contrários”.

Santa Madre Paulina, 1940.

RESUMO

O litoral catarinense está sujeito a inundações costeiras, com riscos e transtornos consideráveis para a população de diferentes municípios. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar os processos atmosféricos, oceanográficos e astronômicos que influenciam a ocorrência de inundações costeiras nos dois setores mais afetados do estado por inundações costeiras, o litoral central e centro-norte de Santa Catarina, buscando identificar os padrões atmosféricos que favorecem tais ocorrências nesses setores. A análise efetuada compreendeu o período de 2014 a 2019, totalizando 29 episódios de inundação costeira analisados, sendo que destes, 23 atingiram o litoral central e 16 casos afetaram o litoral centro-norte, todos com grande impacto para a população local. A análise conjunta de componentes que influenciam o nível do mar na costa regional durante os episódios de inundação analisados contemplou: os efeitos da maré astronômica, da maré meteorológica e dos sistemas atmosféricos atuantes nos episódios de inundação costeira. Os resultados obtidos permitiram a identificação de seis padrões atmosféricos que acompanharam a ocorrência dos episódios de inundação costeira analisados para a área de estudo entre 2014 e 2019. Destes, três padrões estiveram associados a 80% dos episódios: o padrão A, mais recorrente, marcado pela presença de um ciclone no litoral da Argentina e a passagem de Frente Fria na região Sul do Brasil, que esteve presente em 52% dos casos analisados, e os padrões B e C, associados, respectivamente, a 14% dos casos, e relacionados a processo de frontogênese no Uruguai com a presença de um ciclone no Oceano Atlântico Sul no primeiro caso e à presença de uma frente semi-estacionária na altura do Sul do Brasil, no segundo. Esses resultados poderão contribuir para uma maior previsibilidade das ocorrências de inundação costeira na área de estudo e para o aprimoramento do sistema de alertas à população, buscando a minimização dos impactos do fenômeno para as comunidades costeiras do estado e, conseqüentemente, a redução de riscos e desastres costeiros em Santa Catarina.

Palavras-chave: Inundação marinha. Riscos costeiros. Alerta de inundações costeiras.

ABSTRACT

The coast of Santa Catarina is subject to coastal flooding, with considerable risks and inconvenience for the population of different municipalities. In this context, the present work aims to analyze the atmospheric, oceanographic and astronomical processes that influence the occurrence of coastal flooding in the two most affected sectors of the state by coastal flooding, the central and north-central coast of Santa Catarina, seeking to identify the patterns atmospheric factors that favor such occurrences in these sectors. The analysis carried out covered the period from 2014 to 2019, totaling 29 episodes of coastal flooding analyzed, of which 23 reached the central coast and 16 cases affected the central-north coast, all with great impact on the local population. The joint analysis of components that influence sea level on the regional coast during the analyzed flooding episodes included: the effects of the astronomical tide, the meteorological tide and the atmospheric systems acting in the coastal flooding episodes. The results obtained allowed the identification of six atmospheric patterns that accompanied the occurrence of coastal flooding episodes analyzed for the study area between 2014 and 2019. Of these, three patterns were associated with 80% of the episodes: pattern A, the most recurrent, marked by the presence of a cyclone off the coast of Argentina and the passage of the Cold Front in southern Brazil, which was present in 52% of the analyzed cases. , and patterns B and C, associated, respectively, with 14% of the cases, and related to the process of frontogenesis in Uruguay with the presence of a cyclone in the South Atlantic Ocean in the first case and the presence of a semi-stationary front at the height from the south of Brazil, in the second. These results may contribute to greater predictability of coastal flooding occurrences in the study area and to the improvement of the alert system for the population, seeking to minimize the impacts of the phenomenon on the coastal communities of the state and, consequently, the reduction of risks and coastal disasters in Santa Catarina.

Keywords: Marine flood. Coastal risks. Coastal flood alert.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração Transporte de Ekman no Sul do Brasil.	25
Figura 2. Ilustração esquemática do barômetro invertido.....	29
Figura 3. Movimento do ar nos sistemas de alta e baixa pressão.....	31
Figura 4. Carta sinótica do dia 17 de maio de 2010, às 00Z. As isóbaras, linhas traçadas amarelas sobre o mapa mostram a distribuição da pressão atmosférica. ...	32
Figura 5. Localização da área de estudo.	34
Figura 6. Fluxograma representativo da metodologia do trabalho.	40
Figura 7. Tábua de maré para os portos de Florianópolis e Itajaí, e fase da lua, no episódio do dia 27 de agosto de 2014.....	43
Figura 8. Localização das estações meteorológicas, portos e marégrafos na área de estudo.	44
Figura 9. Maregrama de Florianópolis para os dias entre 01 e 08 de julho de 2019.	46
Figura 10. Ocorrência de inundações costeiras na área de estudo, por município (2014-2019).....	50
Figura 11. Episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019, de acordo com a estação do ano.....	51
Figura 12. Episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019, para cada localidade analisada no litoral central e centro-norte de Santa Catarina, de acordo com a estação do ano.	52
Figura 13. Episódios de inundações costeira analisados para o litoral central e centro norte de Santa Catarina (2014-2019).....	53
Figura 14. Inventário dos alertas, avisos e boletins de previsão do tempo para os episódios de inundação costeira	54
Figura 15. Avenida Atlântica, em Balneário Camboriú, invadida pela água do mar. .	55
Figura 16. Baixa-mares e Preamares do porto de Florianópolis nos períodos de inundação costeira entre 2014 e 2019.	56
Figura 17. Baixa-mares e Preamares no porto de Itajaí nos períodos de inundação costeira, entre 2014 e 2019.....	57
Figura 18. Episódios de inundação costeira de acordo com a fase da lua.....	57
Figura 19. Volumes de precipitação, em Florianópolis, representativos do Litoral....	60
Figura 20. Volumes de precipitação, em Florianópolis, representativos do litoral	61

Figura 21. Média da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar representativos no litoral central de Santa Catarina, nos episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019.....	62
Figura 22. Média da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar representativos no litoral centro-norte, nos episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019	63
Figura 23. Rosa dos Ventos para o dia anterior a inundação costeira no litoral central de SC.	64
Figura 24. Distribuição de frequência de vento para o dia anterior a inundação costeira no litoral central SC.	64
Figura 25. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia anterior a inundação costeira no litoral central de SC.....	64
Figura 26. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o dia anterior a inundação costeira no litoral central SC.....	64
Figura 27. Rosa dos Ventos para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.	65
Figura 28. Distribuição de frequência de vento para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.	65
Figura 29. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.	65
Figura 30. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.....	65
Figura 31. Rosa dos Ventos para o dia posterior a inundação costeira no litoral central de SC.	66
Figura 32. Distribuição de frequência de vento para o dia posterior a inundação costeira no litoral central SC.....	66
Figura 33. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral central de SC.....	66
Figura 34. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral central SC.	66
Figura 35. Rosa dos Ventos para o litoral central de Santa Catarina nos casos de Inundação Costeira.	67
Figura 36. Distribuição de frequência de vento para os dias de inundação costeira no litoral central de SC (análise integrada dos 3 dias).	67

Figura 37. Rosa dos Ventos (rajada) para o litoral central de Santa Catarina nos casos de Inundação Costeira (análise integrada dos 3 dias).	67
Figura 38. Distribuição de frequência de vento (rajada) para os dias de inundação costeira no litoral central de SC (análise integrada dos 3 dias).....	67
Figura 39. Rosa dos Ventos para o dia anterior a inundação costeira no litoral centro-norte de SC.	68
Figura 40. Distribuição de frequência de ventos para o dia anterior a inundação costeira no litoral centro-norte de SC.	68
Figura 41. Rosa dos Ventos (rajadas) para o dia anterior a inundação costeira no litoral centro-norte de SC.....	68
Figura 42. Distribuição de frequência de ventos (rajada) para o dia anterior a inundação costeira no litoral centro-norte de SC.....	68
Figura 43. Rosa dos Ventos para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.	69
Figura 44. Distribuição de frequência de ventos para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.	69
Figura 45. Rosa dos Ventos (rajadas) para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.....	69
Figura 46. Distribuição de frequência de ventos (rajadas) para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.	69
Figura 47. Rosa dos Ventos para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.	70
Figura 48. Distribuição de frequência de vento para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.	70
Figura 49. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.	70
Figura 50. Distribuição de frequência de vento para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.....	70
Figura 51. Rosa dos Ventos para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.	71
Figura 52. Distribuição de frequência de vento para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.....	71
Figura 53. Rosa dos Ventos (rajada) para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.....	72

Figura 54. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira).....	72
Figura 55. Valores médios de maré residual nas preamares e baixa-mares durante os episódios/casos de inundação costeira em Florianópolis.....	73
Figura 56 . Valores médios de maré residual nas preamares e baixa-mares durante os episódios/casos de inundação costeira em Balneário Camboriú	74
Figura 57. Padrões atmosféricos nos episódios de inundação costeira.....	75
Figura 58. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 27 de agosto de 2014 (CASO 01).....	76
Figura 59. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 11 de setembro de 2015 (CASO 04).....	76
Figura 60. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 17 de outubro de 2015 (CASO 06).....	77
Figura 61. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 18 de maio de 2016 (CASO 07).....	77
Figura 62. Cartas sinóticas analisadas para os episódios de 15 e 16 de setembro de 2016 (CASO 11).....	78
Figura 63. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 28 de outubro de 2016 (CASO 12).....	78
Figura 64. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 21 de agosto de 2017 (CASO 13).....	79
Figura 65. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 14 de junho de 2018 (CASO 14).....	79
Figura 66. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 10 e 11 de agosto de 2018 (CASO 16).....	80
Figura 67. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 26 de agosto de 2018 (CASO 18).....	80
Figura 68. Cartas sinóticas para o episódio de 03 de agosto de 2019 (CASO 20). ..	81
Figura 69. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 22 de março de 2015 (CASO 02).....	81
Figura 70. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 19 de junho de 2015 (CASO 03).....	82
Figura 71. Cartas sinóticas para o episódio de 14 de agosto de 2019 (CASO 21). ..	82

Figura 72. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 28 de setembro de 2015 (CASO 05).....	83
Figura 73. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 26 de junho de 2018 (CASO 15).....	83
Figura 74. Cartas sinóticas para os episódios de 02 a 08 de julho de 2019 (CASO 19).	84
Figura 75. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 23 de maio de 2016 (CASO 08).....	85
Figura 76. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 18 de julho de 2016 (CASO 10).....	85
Figura 77. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 05 de junho de 2016 (CASO 09).....	86
Figura 78. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 14 de agosto de 2018 (CASO 17).....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Código de direção do vento.....	45
Tabela 2. Registros de maré positiva no litoral catarinense durante o período de 2014 e 2019.	49
Tabela 3. Levantamento dos avisos, alertas e boletins de previsão do tempo emitidos nos episódios de inundação costeira.	54
Tabela 4. Casos de inundação costeira identificados entre 2014 e 2019	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Dados encontrados nos casos de inundação costeira no litoral central de Santa Catarina.	88
--	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A. População nos municípios costeiros em SC (IBGE, 2010).....	102
APÊNDICE B. População nos municípios costeiros em SC (IBGE, 2021).....	103
APÊNDICE C. Tábua de maré para os portos de Florianópolis e Itajaí, e fase da lua nas datas dos episódios analisados entre 2014 e 2019.	104
APÊNDICE D. Comportamento da Pressão Atmosférica na estação meteorológica de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.....	108
APÊNDICE E. Comportamento da Pressão Atmosférica na estação meteorológica de Itajaí, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.	111
APÊNDICE F. Maregramas de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.	114
APÊNDICE G. Maregramas de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.	117
APÊNDICE H. Quadro síntese envolvendo os três principais padrões atmosféricos identificados na pesquisa (dados dia da inundação).....	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BI	Barômetro Invertido
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CIRAM	Centro de Informações e Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
DHN	Diretoria de Hidrologia e Navegação
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FGP	Força de Gradiente de Pressão
IAG/USP	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NMM	Nível Médio do Mar
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
SPG	Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Santa Catarina
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	JUSTIFICATIVA.....	20
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo Geral	22
1.2.2	Objetivos Específicos	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	MARÉ ASTRONÔMICA.....	26
2.2	MARÉ METEOROLÓGICA.....	27
2.2.1	Pressão Atmosférica	28
2.2.2	Ventos.....	29
2.2.2.1	Sistemas de pressão atmosférica	31
2.2.2.2	Centros de Baixa e Alta Pressão	31
3	ÁREA DE ESTUDO.....	34
3.1	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA	35
3.2	CONTEXTO OCEANOGRÁFICO	37
3.3	CLIMA.....	38
4	METODOLOGIA.....	40
4.1	LEVANTAMENTO DAS INUNDAÇÕES COSTEIRAS.....	40
4.2	AVISOS E ALERTAS DE INUNDAÇÕES COSTEIRAS	42
4.3	COMPORTAMENTO DA MARÉ ASTRONÔMICA	42
4.4	COMPORTAMENTO DA MARÉ METEOROLÓGICA	43
4.4.1	Análise local: precipitação, pressão atmosférica e ventos	43
4.4.2	Análise da maré observada	46
4.4.3	Padrões atmosféricos e maré meteorológica	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1	INVENTÁRIO DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÃO COSTEIRA	49

5.2	INVENTÁRIO DE ALERTAS E AVISOS DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÃO COSTEIRA.....	53
5.3	ANÁLISE DA MARÉ ASTRONÔMICA.....	55
5.4	COMPORTAMENTO DA MARÉ METEOROLÓGICA.....	58
5.4.1	Precipitações	59
5.4.2	Análise da Pressão Atmosférica	62
5.4.3	Análise dos Ventos.....	63
5.4.4	Análise da maré observada	72
5.4.5	Padrões atmosféricos e inundações costeiras.....	74
6	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS.....	94
	APÊNDICES	102

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira concentra grande parte da população mundial e cerca de 680 milhões de pessoas ocupam áreas litorâneas baixas (IPCC, 2019), estando sujeitas à intensificação dos riscos costeiros decorrente das mudanças climáticas, dentre os quais o risco de inundações costeiras que, conforme Nicholls e Cazenave (2010), representa um dos efeitos imediatos da subida do nível médio do mar. De acordo com Oliveira e Ramos (2002) e Archetti *et al.* (2011), as áreas rebaixadas da costa podem sofrer inundações costeiras durante a sobrelevação do nível do mar ocasionada por episódios de maré de tempestade, marés vivas ou simples situações de preamar.

Conforme Costa (2020) as inundações, incluindo as decorrentes sobrelevação do nível do mar na costa, são provocadas por fenômenos naturais e essencialmente incontroláveis, sendo as consequências danosas do fenômeno fortemente influenciadas por atividades humanas, entre as quais a supressão de planícies de inundação naturais, o recurso a práticas de drenagem inadequadas e, sobretudo, a construção em grande escala em áreas de alto risco de inundação.

Nas áreas urbanizadas, as principais consequências das inundações se refletem no aspecto financeiro, associado à desvalorização e perda de bens e patrimônios, à saúde e à qualidade de vida (TUCCI e BERTONI, 2003).

No Brasil, mais de 60% da população habita cidades costeiras (PBMC, 2016), sendo responsável pela geração de cerca de 30% de toda a riqueza nacional (IBGE, 2014). Segundo Santos (2017) muitas cidades brasileiras sofrem com os problemas oriundos das inundações costeiras, com impactos mais frequentes nas cidades litorâneas com grandes intervenções humanas nos sistemas naturais.

Santa Catarina possui um percentual elevado de sua população em municípios litorâneos, com 42,5% da população catarinense em 2021 (IBGE, 2021). Os danos e transtornos provocados por inundações costeiras são mais recorrentes no litoral central e centro-norte do estado e estão diretamente relacionados com a proximidade da urbanização e de rodovias a manguezais e/ou orlas de praia. Apesar desse contexto, ainda temos a necessidade de aprimorar a emissão de alertas relacionados aos riscos de inundação costeira no estado.

De acordo com Diez *et al.* (2011), as inundações costeiras podem se tornar mais frequentes e de maior impacto devido à intensificação de fenômenos meteorológicos, como o aumento nas taxas de precipitação, ocorrência de marés

meteorológicas, elevação do nível médio dos oceanos, entre outros. Dessa forma, para aprofundar a compreensão do processo de inundação costeira, é necessária a análise conjunta de componentes que influenciam o nível do mar na costa, relacionados aos efeitos da maré astronômica, maré meteorológica e sistemas atmosféricos.

Os ambientes costeiros estão em constante alteração, devido à atuação de processos produzidos pela interação oceano-atmosfera, cujos efeitos influenciam o nível do mar costeiro.

O litoral sul do Brasil é suscetível às anomalias locais e remotas nos registros das marés devido à sua proximidade com as zonas de geração dos sistemas frontais trazidos pelo avanço de massas de ar polar (STECH & LORENZZETTI, 1992). Os frequentes eventos extremos de oscilação do nível do mar costeiro estão associados às tempestades marinhas, que constituem um dos fenômenos mais intensos nessa região durante os meses de outono e inverno. Estas tempestades são induzidas por quedas bruscas na pressão atmosférica e consequente rotação do vento para a direção do quadrante sul, ambas promovendo a subida do nível do mar costeiro no litoral de Santa Catarina (TRUCCOLO *et al.*, 1996).

Segundo Serafim e Bonetti (2017), Santa Catarina encontra-se submetida a condições oceanográficas e meteorológicas transicionais e de forte dinâmica. Além disso, a passagem de frentes frias e a atuação de ciclones extratropicais acontecem regularmente e tais sistemas influenciam a ocorrência de marés meteorológicas e ondas de tempestade, podendo acarretar severos danos materiais aos assentamentos costeiros – principalmente quando associados a marés astronômicas de sizígia (SERAFIM e BONETTI, *op. cit.*).

De acordo com Campos, Camargo e Jharari (2010), a importância relativa dos movimentos de maré astronômica e maré meteorológica depende da época do ano e da batimetria local.

A maré meteorológica pode ser negativa, quando considerarmos um nível do mar menor do que o previsto, e positiva, caso o nível do mar ultrapasse o considerado nas tábuas de marés. Nos eventos de variações positivas, a elevação do nível do mar pode causar inundações na costa em áreas de baixo relevo e densamente povoadas

que podem vir a sofrer mais com essas anomalias (CAMPOS, CAMARGO; JHARARI, 2010).

Em Santa Catarina, essas oscilações positivas de maré podem provocar inundações costeiras que impactam diretamente na rotina de milhares de pessoas, sobretudo no litoral central e centro-norte do estado, que apresenta elevada urbanização.

No estado, o Centro de Informação de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM) é a instituição estadual designada para emitir e comunicar avisos hidrometeorológicos. Diariamente a EPAGRI/CIRAM divulga em rádios, jornais e internet, as condições do tempo e mar, com alertas para as situações adversas de tempestade e vendavais, que colocam em risco a vida da população. Além disso, a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina (DCSC) tem a responsabilidade de receber, analisar e disseminar os avisos e alertas de instituições federais, estaduais, regionais, municipais e locais no contexto do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil.

1.1 JUSTIFICATIVA

A pesquisa proposta é motivada principalmente pela necessidade de compreender os mecanismos que favorecem a ocorrência de inundações costeiras no litoral catarinense, buscando contribuir para emissão de boletins de previsão e alerta desse fenômeno, decorrente da subida do nível do mar, com potencial de impactos para a zona costeira de Santa Catarina.

Esses episódios de inundação costeira podem causar grande impacto social e econômico no litoral catarinense e os danos provocados estão diretamente relacionados com a proximidade da urbanização e de rodovias próximas a manguezais e/ou orlas de praia. As populações mais vulneráveis a esses eventos são aquelas que transitam com automóveis pelos locais suscetíveis a inundações costeiras, e as que residem próximos da orla marinha, mais exposta, ou mesmo que vivem em setores mais abrigados, como em áreas de manguezais.

Exemplificando esse contexto, em 2016, no dia 15 de setembro, Florianópolis registrou um evento de inundação costeira que atingiu várias regiões do município, o qual causou longos congestionamentos no trânsito (G1/SC, 2016). De acordo com Diarinho (2016), em Balneário Camboriú, toda a orla, que abriga a principal avenida da cidade, foi tomada pela água do mar e, além disso, inúmeras garagens, localizadas no subsolo dos prédios desta avenida, ficaram inundadas, danificando diversos veículos que estavam estacionados no momento em que a água do mar adentrou nestes locais.

Entretanto, poucos dos estudos realizados focaram no que se diz respeito à combinação de fatores que resultem em inundações costeiras no litoral catarinense. Assim, Vanz *et al.*, (2015) apontam que as inundações costeiras ocorridas em Florianópolis são resultado dos efeitos somados das preamares de sizígia e vento do quadrante sul, que podem ser agravadas pela ocorrência de precipitação. Segundo a EPAGRI/CIRAM, este fenômeno é provocado pela influência da fase nova ou cheia da lua e principalmente pelo vento predominante e persistente na direção sul, além de forte agitação marítima (NSC TOTAL, 2019). Estudo recente de Santos & Bonetti (2021), focado em ambiente costeiro semiabrigado, na baía de Tijucas, apontou a associação entre preamares de sizígia, passagem de frente fria no estado e queda de pressão atmosférica na maioria dos episódios de inundação que afetaram o local entre 2002 e 2020.

O presente trabalho propõe ampliar o entendimento do problema de inundações costeiras no litoral catarinense, principalmente quando não há ocorrência de precipitação ou quando esta tem valores pouco significativos, buscando uma maior compreensão da ação combinada dos fatores que resultam em inundações costeiras, fundamental para a gestão de riscos costeiros nos municípios mais atingidos no estado. Os resultados esperados deverão contribuir para o aprimoramento do sistema de alerta antecipado e para a redução dos impactos do fenômeno para as comunidades costeiras no estado de Santa Catarina.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os fatores relacionados à atuação das marés e processos atmosféricos que favorecem os riscos de inundações costeiras no litoral central e centro-norte de Santa Catarina, buscando identificar os padrões atmosféricos que influenciam a ocorrência do fenômeno na área de estudo e contribuir para gestão de riscos e desastres costeiros no estado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os episódios de inundação costeira ocorridos na área de estudo no período de 2014 a 2019;
- Analisar os avisos e alertas para inundação costeira emitidos pela Defesa Civil de Santa Catarina para o período em análise;
- Analisar o comportamento da maré astronômica durante os episódios de inundação costeira identificados;
- Analisar o comportamento da maré meteorológica durante os eventos analisados;
- Identificar padrões atmosféricos favoráveis à ocorrência de inundação costeira na área de estudo.
- Contribuir para o monitoramento e alertas de inundações costeiras na área de estudo e para a gestão de riscos e de desastres em Santa Catarina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cidades costeiras convivem com eventos extremos desde o início da civilização, mas as mudanças climáticas e o rápido desenvolvimento urbano amplificam seus efeitos (PBMC, 2016). Um estudo do World Bank (2014) mostra que todas as áreas costeiras do mundo são suscetíveis à elevação do Nível Médio do Mar (NMM). Inundações costeiras são perigos que decorrem da elevação do nível do mar acima de suas flutuações normais. Esta elevação pode ser causada por fatores que atuam em curta escala temporal, como marés de tempestade e tsunamis, ou por fatores que atuam em longas escalas temporais, como subsidência terrestre e aumento do nível do mar (SMITH, 2000).

De acordo com Carter (1988), o nível do mar é controlado pela complexa interação de ventos, pressão atmosférica, ondas, relevo local, batimetria adjacente, velocidade da trajetória, proximidade, duração e intensidade da tempestade na costa.

Pesquisas também apontam para sobrelevações excepcionais que ocorrem durante tempestades intensas conjugadas a marés de sizígia, em período de lua nova ou cheia, quando a terra, a lua e o sol estão alinhados, provocando marés astronômicas mais intensas. Durante tais eventos, a elevação do nível do mar causada pela maré de tempestade, somada aos níveis extremos de maré de sizígia, pode causar inundações severas nas comunidades costeiras (WHITEHOUSE & BURTON, 1999).

A atração gravitacional entre o sistema Sol-Terra-Lua é a principal responsável pela variabilidade das oscilações do nível do mar. Porém, o sinal regular, determinístico e previsível deste componente é continuamente modificado em maior ou menor grau por variações aleatórias de condições meteorológicas como a pressão atmosférica e o vento (PUGH, 1987). As variações da pressão atmosférica e da troca de momento entre a atmosfera e o oceano através da atuação do vento resultam em oscilações da ordem de dias do registro de nível do mar, denominadas de marés meteorológicas (GILL, 1982). As variações de baixa frequência no meio marinho são governadas, portanto, por dois fatores básicos independentes um do outro: o contexto meteorológico e as marés astronômicas.

Segundo Truccolo (1998), o nível oceânico sofre continuamente oscilações em resposta às forçantes astronômicas, atmosféricas e oceanográficas em diferentes escalas de tempo e espaço. Para Rodrigues, Franco e Sugahara (2004) alterações significativas das correntes e das marés, podem afetar as atividades marítimas, como pesca e navegação, dificultando operações nas embarcações, portos e em plataformas. Apontam ainda que elevações extremas do nível do mar podem resultar em problemas de erosão costeira, favorecendo a destruição da orla e intrusões salinas.

Os eventos extremos de oscilação do nível do mar na costa estão associados às tempestades marinhas, que constituem um dos fenômenos mais intensos na região sul brasileira durante os meses de outono e inverno (TRUCCOLO, *op. cit.*), com impactos importantes particularmente nas comunidades costeiras do litoral catarinense.

As inundações costeiras também são conhecidas como ressaca ou maré de tempestade, e representam o fenômeno onde ocorre a sobrelevação do nível do mar, normalmente ocasionada devido a uma maré meteorológica, coincidindo com a ocorrência de ondas maiores que o normal (BITENCOURT *et al.*, 2002; KOBAYAMA *et al.*, 2006).

De acordo com Benavente *et al.* (2006), são três os fatores que contribuem para a origem de ressacas: ventos, que sopram do mar em direção à costa, empilhando água na região litorânea, por conta do transporte de Ekman; sistemas atmosféricos de baixa pressão, sobretudo ciclones extratropicais, que acarretam numa elevação local do nível do mar, por efeito de barômetro invertido; e o aumento da altura da arrebentação das ondas na praia, que também resulta no aumento do nível d'água na costa, podendo atingir áreas mais elevadas do que em condições de ondas normais, devido a transferência da zona de arrebentação em direção à costa.

O efeito do transporte de Ekman simplificado diz que, no Hemisfério Sul, as massas d'água no oceano são transportadas para à esquerda do movimento do vento em um ângulo de aproximadamente 90° (devido a rotação da Terra) (ANDRIONI, 2010). Isto justifica o motivo da subida do nível do mar e ressaca no litoral

do Sul e Sudeste do Brasil quando há incidência de ventos de quadrante sul no oceano Atlântico Sul (Figura 1).

Figura 1. Ilustração Transporte de Ekman no Sul do Brasil.



Fonte: Página do Tempo Online no Facebook¹.

Ciclones extratropicais são comuns na costa brasileira e tem sua maior ocorrência nos meses de inverno. Todo ano a costa brasileira é afetada por diversas ocorrências de ciclones extratropicais, que possuem dois pontos principais de formação: na costa do Uruguai e nos Andes. A passagem desses ciclones está associada a mau tempo, com ventos de grande intensidade e precipitação, sendo essencial sua previsão para a sociedade como um todo, mas com grande relevância para os navegantes, devido a força e a direção dos ventos causados pelo ciclone (CAVALCANTI, et. al. 2009).

¹Disponível em: <<https://www.facebook.com/Temponline/photos/transporte-de-ekmano-efeito-do-transporte-de-ekman-simplificadamente-diz-que-as-/2199386813666685>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

As marés meteorológicas podem atuar concomitantemente às marés astronômicas e acentuar as preamares e baixa-mares previstas pela ação exclusiva dos astros.

Dessa forma, torna-se necessária a compreensão da atuação dos diferentes fatores para a sobrelevação do nível do mar na costa catarinense, envolvendo a maré astronômica e, principalmente a maré meteorológica, buscando identificar os padrões atmosféricos que favorecem a ocorrência de inundações costeiras no estado de Santa Catarina.

2.1 MARÉ ASTRONÔMICA

A onda de maré é uma onda longa e suas características são modificadas quando avança do oceano profundo para as plataformas continentais. Distorções da onda de maré são notadas mais facilmente na sua propagação em regiões de pouca profundidade e com restrições laterais como em baías e estuários (TRUCCOLO E SCHETTINI,1999).

O nível do mar também pode oscilar devido a efeitos induzidos por processos meteorológicos. Estas oscilações, quando simultâneas às marés de sizígia, podem acarretar níveis muito acima dos níveis previstos pela atuação da maré astronômica.

De acordo com Cemaden (2017) “*maré astronômica é um fenômeno caracterizado pela subida e descida periódicas do nível do mar e de outros corpos de água que tem uma ligação com o mesmo (estuários, lagoas, mangues, etc.)*”. A maré astronômica resulta da atração gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol sobre a Terra.

O efeito da Lua sobre a maré é quase 2 vezes maior que o do Sol devido a sua proximidade com a Terra. O balanço entre a força gravitacional exercida pela Lua e a força centrípeta da rotação da Terra resulta na força de maré. A gravidade da Lua tende a atrair a massa de água em sua direção enquanto a força centrípeta age empurrando água para o lado oposto. As regiões localizadas nesses dois pontos estarão sobre efeito do pico máximo de maré, chamado de maré alta ou preamar, enquanto os dois pontos a 90° deles estarão sobre efeito de maré baixa ou

baixa-mar (MONTEIRO, 2002). Monteiro (*op. cit.*) ainda aponta que conforme a Lua se movimenta ao redor da Terra, os pontos de maré alta mudam gradativamente, configurando a dinâmica da chamada maré semi-diurna e diurna lunar.

A maré astronômica no Brasil é predominantemente semi-diurna com duas marés altas e duas baixas por dia (VELLOSO e ALVES, 2006).

Os valores da maré astronômica são obtidos a partir de modelagem numérica e registrados em tábua de marés, a qual fornece a altura da maré astronômica na baixa-mar (ou maré baixa, ou seja, o instante em que o nível do mar atinge o seu mínimo) e na preamar (ou maré alta, ou ainda o instante em que o nível do mar atinge o seu máximo) e a hora em que elas ocorrem em um determinado local.

A amplitude das marés pode variar de alguns centímetros a mais de dez metros. De acordo com Tessler & Goya (2005), as regiões são classificadas conforme a diferença entre a preamar e a baixa-mar (amplitude da maré) em: (a) macromarés, com variação de maré superior a 4 metros; (b) mesomarés, com variações entre 2 e 4 metros e (c) micromarés marés, com amplitudes inferiores a 2 metros.

A maior parte do litoral brasileiro, do estado de Alagoas ao Rio Grande do Sul, apresenta regime de micromarés. Os setores submetidos a regime de macromarés ocorrem apenas no estado do Maranhão, em parte do Pará (Salinópolis) e no litoral sul do Cabo Norte (Amapá). O restante do litoral e alguns trechos do litoral da Bahia e Sergipe apresentam regime de mesomarés, com amplitudes entre 2 e 4 m (TESSLER & GOYA, *op. cit.*).

De acordo com Melo (2017) a previsão da maré astronômica dada pelas Tábuas de Maré para a costa S/SE brasileira é bastante imprecisa, frequentemente com erros da ordem de 100% em relação ao nível real do mar, indicando a presença de uma maré de origem não-astronômica nesse trecho da costa no país.

2.2 MARÉ METEOROLÓGICA

O nível do mar também pode oscilar devido a efeitos induzidos por processos meteorológicos. Define-se maré meteorológica como sendo a diferença entre a maré realmente observada e a maré astronômica (PUGH, 1987). Duas causas provocam a

maré meteorológica: as variações da pressão atmosférica e a troca de *momentum* entre a atmosfera e o mar (MARONE & CAMARGO, 1994).

Ainda de acordo com Marone e Camargo (1994), a maré meteorológica é responsável pelo aumento ou diminuição do nível do mar em relação às marés astronômicas observadas num dado local. Esse fenômeno se torna mais importante quando seus registros ocorrem com intensidade maior do que aqueles previstos pela maré astronômica, o que pode resultar, no caso de sobrelevação excepcional do nível marinho na costa, em intrusão da água do mar em locais onde isso normalmente não ocorreria, provocando as inundações costeiras.

No estado de Santa Catarina, Truccolo (1998) observou, para um período de cinco meses de monitoramento em São Francisco do Sul, uma sobrelevação máxima de 115 cm devido à componente meteorológica da maré, associada a ventos incidentes do quadrante sul.

Conforme Camargo *et al.* (2000), a tensão de cisalhamento do vento na superfície do oceano é preponderante na geração da maré meteorológica, com a atuação única da pressão atmosférica respondendo por até 10 % do efeito total da maré meteorológica observada.

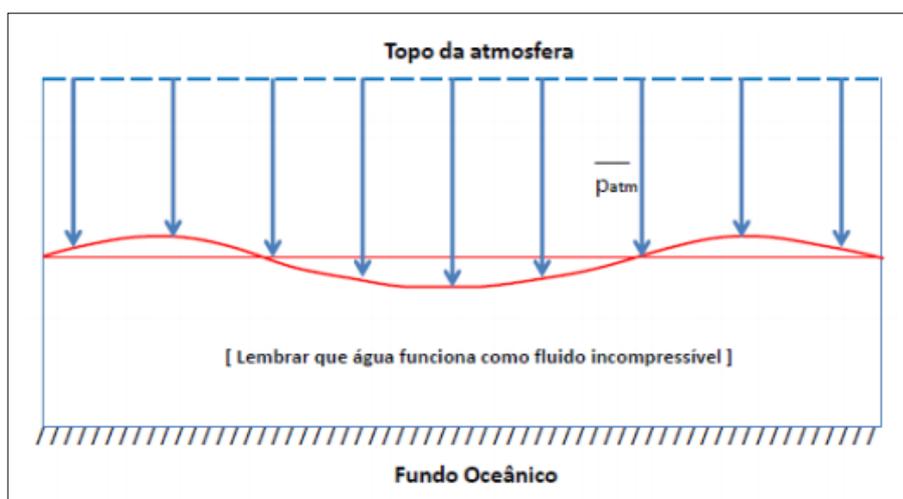
2.2.1 Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica é definida como o peso exercido por uma coluna vertical de ar sobre a superfície. A pressão média, ao nível médio do mar, é admitida como sendo 1.013,25hPa. Valores acima de 1.013hPa são denominados de alta pressão e valores abaixo de 1.013hPa denominados de baixa pressão (YNOUE, 2017).

A unidade de medida, mais utilizada, da pressão atmosférica é o hectopascal (hPa), mas também se encontra como unidade de medida o milibar (mb). O instrumento que mede a pressão atmosférica é o barômetro. De acordo com Melo (2017) o efeito mais conhecido da pressão atmosférica sobre as águas oceânicas é o chamado Barômetro Invertido (BI) que corresponde, essencialmente, a uma resposta estática do oceano ao peso da atmosfera. A ideia básica do BI é que o sistema

atmosfera-oceano se encontra em equilíbrio com relação à pressão atmosférica média sobre o oceano (GILL, 1982). Melo (2017) completa dizendo que se esse equilíbrio for perturbado e houver um aumento/diminuição de pressão atmosférica (em relação à média) em um determinado local, o oceano vai responder rebaixando/aumentando o seu nível de forma a manter a pressão (total) sobre o fundo oceânico constante. A Figura 2, ilustra esquematicamente o princípio do Barômetro Invertido.

Figura 2. Ilustração esquemática do barômetro invertido.



Fonte: Melo (2017)

Ainda segundo Melo (2017), uma resposta tipo BI pode consistir não apenas de movimentos verticais da água, devendo incluir também deslocamentos horizontais do fluido, como correntes marinhas e ondas. Na zona costeira, resultados sobre a validade do BI são menos conclusivos, pois a relação entre o nível do mar e a pressão atmosférica prevista pelo BI não é tão simplesmente confirmada (MELO, *op. cit.*).

A pressão atmosférica e o vento são fenômenos correlacionados entre si e Chelton e Davis (1982) apontaram essa dificuldade em separar a resposta do oceano ao carregamento da pressão atmosférica devido à ação do vento na superfície.

2.2.2 Ventos

O vento está intimamente associado às variações da pressão atmosférica, isso porque eles são gerados pelas diferenças na pressão do ar. Em regiões onde há

variação da pressão no espaço, surge uma força denominada Força do Gradiente de Pressão (FGP), que empurra a parcela de ar da alta para a baixa pressão, tendendo ao equilíbrio. Quanto mais brusca a variação da pressão, à medida que a parcela de ar se desloca em uma determinada direção, maior será esta força. O efeito diferencial do aquecimento pela radiação solar sobre a terra produz diferentes regiões de altas e baixas pressões e, quando se estabelece um gradiente constante de pressão, são gerados os ventos (MENDONÇA, 2017).

Considerando a linha de costa do Brasil, ventos provenientes de sul acarretarão um empilhamento de águas junto à costa, enquanto ventos provenientes de norte diminuirão o nível do mar (TRUCOLLO, 1998). Esse movimento ocorre devido ao transporte de Ekman, que faz com que as águas superficiais do oceano se desloquem perpendicularmente à direção do vento, para a esquerda no hemisfério Sul.

A resposta do mar ao vento terá maior importância quanto maior for a pista sobre a qual o vento atue, e mais rasa e larga a plataforma continental (PUGH, 1987).

De acordo com Alves e Melo (2001) ventos sobre o Atlântico Sul são altamente influenciados pela existência de um sistema semipermanente de alta pressão centrado no oceano Atlântico. O giro anticiclônico dá origem a ventos bastante persistentes de Nordeste ao longo da costa sul do Brasil. Esse padrão básico, no entanto, é regularmente perturbado pela passagem de frentes frias que normalmente passam ao longo da costa, no sentido sudoeste-nordeste. A passagem desses sistemas ocorre pela migração de centros de alta e baixa pressão que perturbam o fluxo de ar básico produzindo ventos e ondas de quadrante leste e sul.

A ação indireta da pressão sobre o nível do mar costeiro devido ao vento local se dá através do mecanismo de transporte de Ekman, e pode modificar significativamente a maré prevista para o local (SHAFFER *et al.*, 1997). Este resultado é conhecido como maré meteorológica e aumenta significativamente a possibilidade de ocorrência de inundações costeiras.

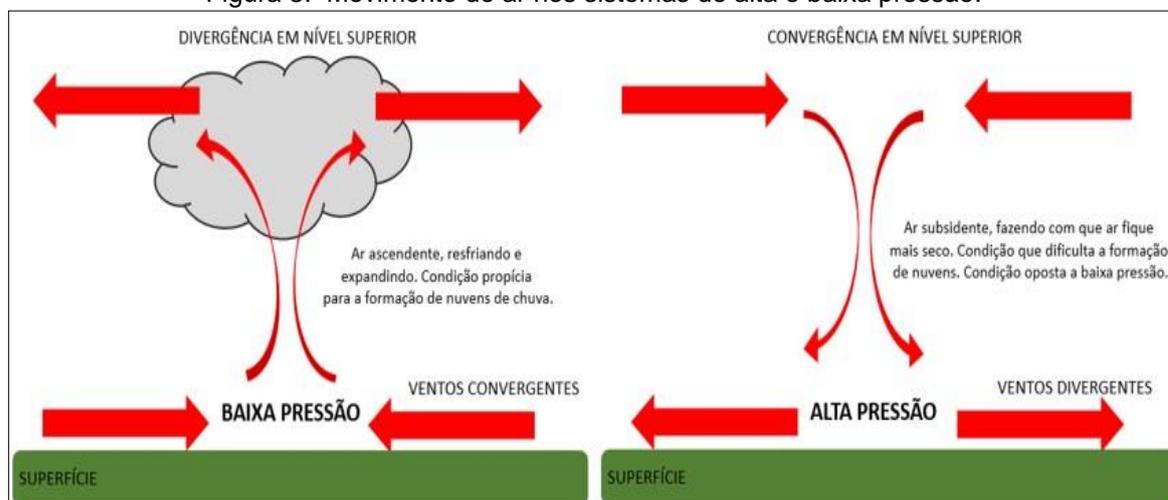
Gomes (2010) ressalta que nas estações de primavera e verão predominam ventos do quadrante sul na região norte do estado de Santa Catarina e ventos do quadrante norte na região sul, porém em quadrantes próximos a leste. No outono e

inverno esse padrão é intensificado, com ventos bem acentuados do quadrante sul no norte e ventos do quadrante nordeste no sul do Estado. Os ventos do quadrante sul são mais intensos em geral, e os responsáveis por eventos de agitação marítima no litoral catarinense.

2.2.2.1 Sistemas de pressão atmosférica

O ar move-se sempre das regiões de alta pressão para as regiões de baixa pressão, procurando atingir um equilíbrio (YNOUE, 2017). Mas, por conta do balanço geostrófico, entre a FGP na horizontas e a Força de Coriolis, o ar não se desloca em linha reta na atmosfera. Os ventos formam uma espiral: com movimento ascendente (para dentro e para cima) nos sistemas de baixa pressão, e subsidente (para baixo e para fora) nos sistemas de alta pressão (SOUZA e MIRANDA, 2013), na Figura 3, podemos observar que o movimento para dentro e para cima ocorre em superfície, pois nos altos níveis estará ocorrendo o oposto, ou seja, movimento para fora e para baixo.

Figura 3. Movimento do ar nos sistemas de alta e baixa pressão.



Fonte: Adaptado de Grimm (1999)

2.2.2.2 Centros de Baixa e Alta Pressão

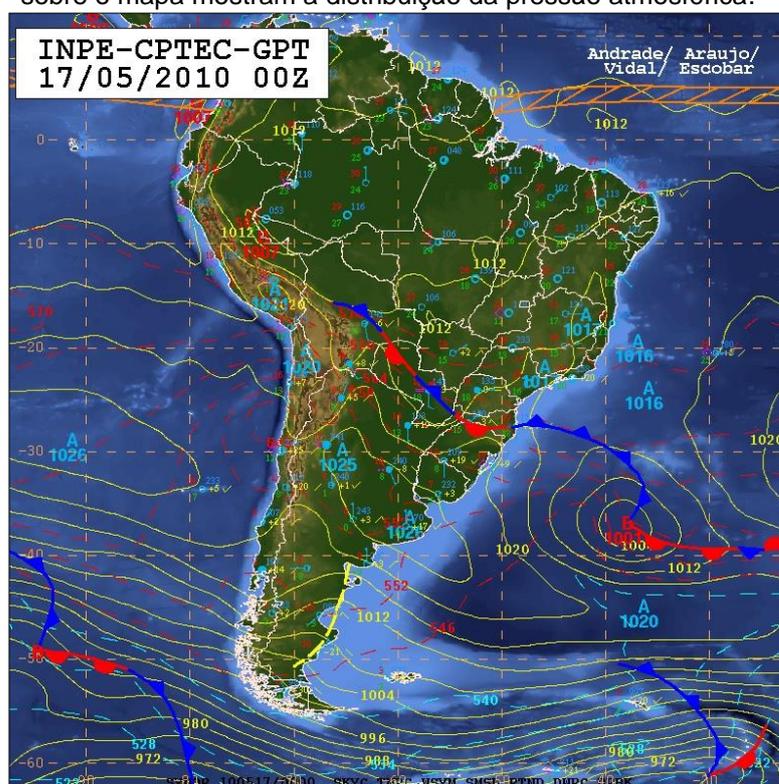
Constituídos por isóbaras fechadas que delimitam áreas onde a pressão atmosférica é menor que em qualquer ponto circunjacente, os núcleos de menor

pressão são chamados centros de baixa pressão ou ciclônicos (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Próximo a um centro ciclônico, qualquer parcela de ar tende a se deslocar na direção radial, da periferia para o centro. A Força Coriolis desvia a trajetória dessa amostra para a esquerda no Hemisfério Sul, estabelecendo uma circulação no sentido horário (VAREJÃO-SILVA, *op. cit.*).

De acordo com Monteiro (2007), esse sistema atmosférico é instável e frequente em Santa Catarina, ocorrendo em todas as estações do ano, estando associado à presença de muitas nuvens e normalmente com temporais acompanhados de granizo isolado e vento forte. Exemplificando esse sistema atmosférico, a Figura 4 mostra uma baixa pressão sobre o oceano Atlântico Sul, com núcleo de 1001hPa, no lado direito inferior, sendo esse sistema sempre indicado pela letra B em cor vermelha.

Figura 4. Carta sinótica do dia 17 de maio de 2010, às 00Z. As isóbaras, linhas traçadas amarelas sobre o mapa mostram a distribuição da pressão atmosférica.



Fonte: CPTEC/INPE²

² <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acessado em 15 de julho de 2022.

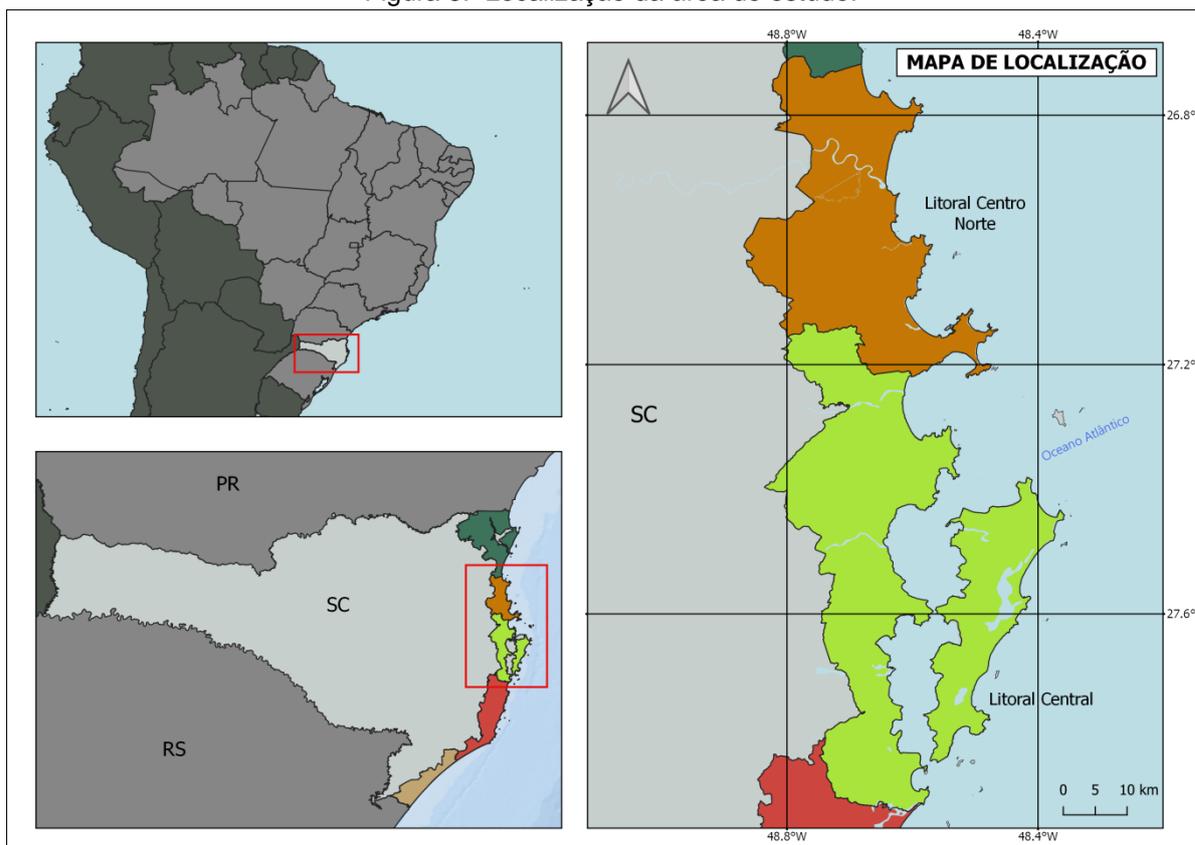
Ainda na Figura 4, pode-se observar no lado direito, mais ao centro da imagem, uma alta pressão sobre o Oceano Pacífico, com núcleo de 1026hPa. Os núcleos de pressão mais elevada são denominados centros de alta pressão, ou anticiclônicos, sempre indicados nas cartas sinóticas pela letra A e na cor azul.

Os centros de alta pressão atmosférica geram um movimento de ar divergente, para fora do centro e subsidente (de cima para baixo) fazendo com que o ar fique mais seco. A alta pressão faz o papel oposto da baixa pressão: seca o ar, diminui a nebulosidade e, logo, reduz as condições para a ocorrência de chuva.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o setor central e centro-norte do litoral de Santa Catarina, localizada na Região Sul do Brasil, delimitada pelos paralelos $25^{\circ}57'41''$ e $29^{\circ}23'55''$ e distribuída aproximadamente ao longo dos eixos SW-NE e S-N (Figura 5).

Figura 5. Localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado de SPG (2010)

O estado de Santa Catarina apresenta uma área litorânea de 561,4km de extensão banhada pelo Oceano Atlântico Sul, com uma rica fisiografia que inclui baías, estuários, enseadas, praias abertas, promontórios e ilhas e onde a maioria da população está concentrada (ARAÚJO, 2003).

A formação de polos industriais mais dinâmicos em regiões mais próximas ao litoral influenciou decisivamente o desenvolvimento da zona leste de Santa Catarina. A ampla área costeira, com três portos marítimos que atraem atividades que envolve

altos custos de transporte; a infraestrutura rodoviária, que denota prioridade ao fluxo norte-sul e a consolidação da capital, Florianópolis, e de sua região metropolitana não apenas como polo turístico, mas também enquanto cluster de indústrias de alta tecnologia, podem ser nomeadas como características que justificam um provável processo de litoralização de Santa Catarina (SEABRA *et al.* 2011).

Em 2010, 40,6% da população estadual habitava nos municípios definidos como sendo costeiros, com 1.942.473 milhão de pessoas (IBGE, 2010) (APÊNDICE A). Para 2021, as estimativas do IBGE (2021) (APÊNDICE B), apontaram uma população de 3.120.473 habitantes para os municípios costeiros de Santa Catarina. Este contingente populacional está exposto, direta e indiretamente, aos riscos e desastres por inundação costeira.

3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

É imprescindível conhecer como os processos costeiros atuam em cada região e quais os fatores que controlam os mesmos, a fim de conseguir compreender a complexidade do ambiente que se deseja estudar (RODRIGUES *et al.*, 2019). Em função dos constantes processos naturais e também das mudanças antrópicas, para Reis (2013), o profundo conhecimento das feições geomorfológicas é fundamental para a tomada de decisões voltadas à gestão costeira.

Segundo Rodriguez & Windevoxhel (1998), Zona Costeira é “*o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra, ou seja, a faixa terrestre que recebe influência marítima e a faixa marítima que recebe influência terrestre*”. Para a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), faixa terrestre é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira (CIRM, 1997).

A província costeira de Santa Catarina possui uma área de 66.212km², compreendendo no setor emerso, a planície costeira e o sistema praial, com uma área de 4.212km² (Rosa & Hermann, 1986). De acordo com Horn (2003) a província costeira de Santa Catarina é constituída de duas unidades geológicas maiores: o embasamento e as bacias sedimentares marginais de Pelotas e Santos.

Segundo Horn (2006) e Horn *et. al.* (2014), o embasamento na zona costeira é formado principalmente por gnaisses, migmatitos, granulitos e xistos de idade arqueana à proterozóica e granitoides proterozóicos, que constituem as terras altas da Província Costeira, na forma de elevações, maciços rochosos, promontórios, pontais e ilhas continentais. Por sua vez, as bacias sedimentares marginais, compostas de sedimentos consolidados a semi-consolidados, compõem as terras baixas do setor emerso da Província costeira, formadas, predominantemente, por planície costeira, cujas principais feições morfológicas são terraços, dunas, e cordões regressivos, estando delimitada à leste pelo sistema praial atual.

De acordo com Horn (2003) a planície costeira em Santa Catarina que abrange o sistema deposicional costeiro, tem sua formação associada às variações relativas do nível do mar ocorridas durante o Quaternário, compreendendo depósitos pleistocênicos (120ka-18ka) e holocênicos (5.1ka- até o presente), dos ambientes marinho raso, eólico, lagunar e paludial, cujas principais formas de relevo são terraços, dunas, cordões regressivos e planícies.

Para o setor central do litoral catarinense, objeto de estudo nessa pesquisa, Horn (*op. cit.*) aponta que a planície costeira é caracterizada pela presença de dunas, enseadas, baías, planície de maré, cordão, lagunas, ilhas e deltas. No que diz respeito ao litoral centro-norte, também alvo da presente pesquisa, a planície costeira pode ser caracterizada, segundo Horn (*op. cit.*), principalmente pela presença de feições morfológicas como enseadas, baía, planície de maré, cordões arenosos, setores lagunares e ambientes flúvio-marinhos nas desembocaduras dos canais fluviais. Destacam-se na planície costeira do litoral central e centro-norte a presença da Ilha de Santa Catarina e das baías Norte e Sul de Florianópolis (HORN, *op. cit.*).

Hesp *et al.* (2009) também apresentam uma compartimentação da linha de costa catarinense onde apresentam quatro províncias geomórficas com base nas barreiras costeiras e suas formas de relevo associadas. A área de estudo do presente trabalho apresenta-se inserida por completo em uma delas, a província II, denominada Província Central, delimitada ao norte pelo município de Itajaí e ao sul pela Ilha de Santa Catarina, caracterizada por costas rochosas, pequenas baías, *cheniers* e planície de cordões de praia.

Na área de estudo, os depósitos holocênicos, mais recentes, mostram o predomínio de depósitos marinho praiial, de planície de maré, eólicos e lagunares. Formam a planície costeira ao longo da orla, caracterizada por terrenos baixos, tais como planícies de maré (que podem abrigar manguezais), planícies flúvio-marinhas, lagunares e terraços marinhos, por vezes cobertos com dunas, sobretudo no litoral central (HORN, 2003).

Esses terrenos baixos da planície costeira holocênica, associados principalmente aos setores de planície costeira à retaguarda do sistema praiial e às planícies de marés (manguezais), estão sujeitos à ocorrência das inundações costeiras abordadas neste trabalho.

3.2 CONTEXTO OCEANOGRÁFICO

Segundo Caruso Jr. e Araújo (2000), a área de estudo é submetida a um regime de micromarés semidurno, dominado por ondas. A altura máxima atinge 1,2m no litoral Norte (TRUCCOLO *et al.*, 1996) e até 1,4m no litoral central (Abreu de Castilhos, 1995).

A costa regional está igualmente sujeita à ocorrência de marés meteorológicas, causadas principalmente pela passagem de frentes frias na região. De acordo com Trucollo (1998) a maré meteorológica é de grande importância, pois pode provocar uma sobrelevação do nível do mar de até 1 metro acima da maré astronômica.

O regime de ondas na região sul do Brasil, de acordo com Tessler e Goya (2005), é marcada pela incidência de ondas de nordeste em boa parte do ano, forçadas pelos ventos alísios e por ondas de quadrante sul e sudeste, associadas aos sistemas frontais e que apresentam, em média, um período de 10 a 16 segundos e uma altura de 1 a 4 metros.

Alves e Melo (2001) descrevem, para a porção norte da costa catarinense, as ondulações de leste-nordeste como predominantes durante o verão, com períodos de pico variando entre 3 e 8s e altura significativa de onda entre 0,5 e 1,5m. Os mesmos autores apontam ainda que as ondulações de maior energia no setor são provenientes

do quadrante sul-sudeste, com alturas significativas de onda variando de 1 a 3,5 m e períodos de pico entre 4 e 8 s. Os autores destacam, entretanto, que as ondas de leste e sudeste dominam o clima de ondas local.

Para o setor costeiro Central, estudo realizado por Araújo *et al.* (2003) mostrou o predomínio de ondas do tipo vagas (*sea*) de leste, com período de 8s e altura significativa média de 1,25m e ondulações de sul (*swell*), com período de 12s e altura significativa média entre 1,25m e 2m, com aumento entre o verão e o inverno. Segundo os autores ondas com altura significativa superior a 4m podem ocorrer em todas as estações, mas não é muito frequente.

Para Abreu (2011) o Anticiclone Tropical Atlântico semi-estacionário e o Anticiclone Polar Atlântico migratório determinam, respectivamente, a geração de ondas locais (*sea*), decorrentes da atuação de ventos de nordeste, e a incidência de ondulações de quadrante sul (*swell*), associadas à passagem de frentes frias na região. Herrmann (1989) afirma, que o regime de ventos nessa região está ligado à atuação das massas de ar Tropical Atlântica, que provoca ventos de quadrante norte, e Polar Atlântica, que provoca ventos de quadrante sul.

3.3 CLIMA

De acordo com Nimer (1979), por sua exposição geográfica às influências do clima temperado meridional subtropical e tropical, Santa Catarina, caracteriza-se como uma zona de transição climática. A região Sul do Brasil, encontra-se na zona de transição entre as massas de ar tropicais e polares e linhas de instabilidades originadas na Baixa do Chaco (Paraguai), sendo uma região atingida constantemente pelos principais centros de ação meteorológica e sistemas convectivos de mesoescala, da América do Sul.

O clima do litoral de Santa Catarina é definido como mesotérmico úmido, apresentando temperaturas médias anuais que variam de 13,0°C a 21,8°C e índices pluviométricos médios anuais entre 1.300 e 2.000mm (PANDOLFO, 2002). Monteiro (2001), aponta ainda que Santa Catarina é um dos estados brasileiros que apresenta melhor distribuição de precipitação pluviométrica durante o ano, confirmando a

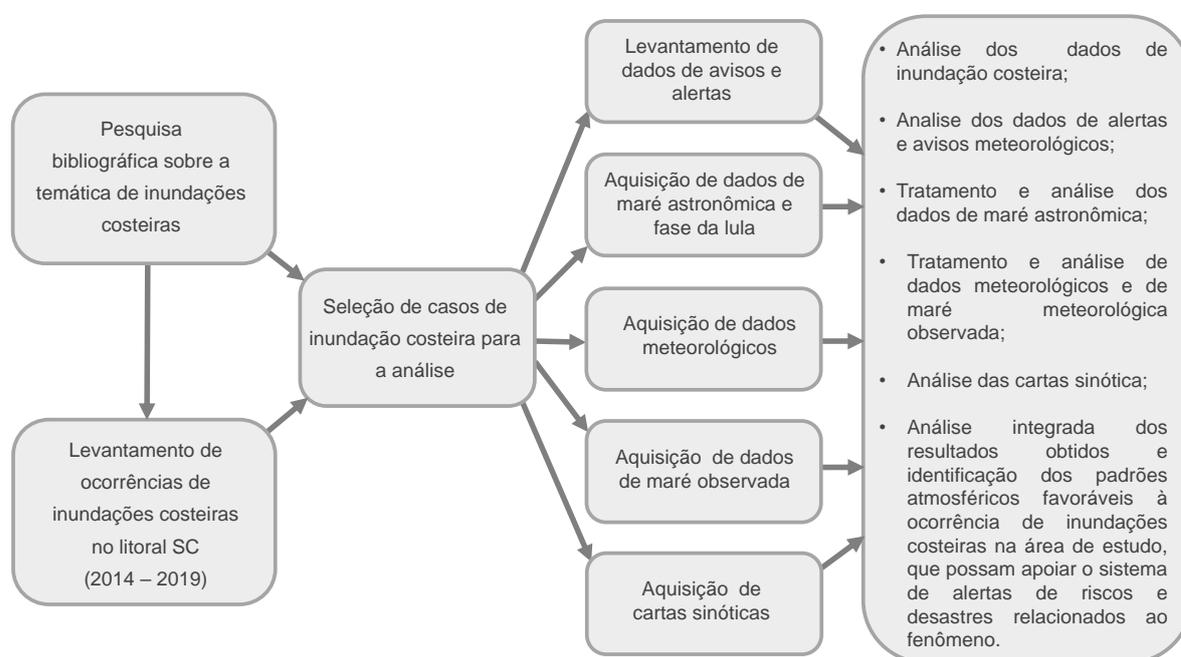
classificação de Köppen (1948), tradicionalmente utilizada, segundo a qual o Litoral de Santa Catarina é submetido a um clima mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos brandos e precipitações bem distribuídas.

As características climáticas da região decorrem da influência de alguns sistemas atmosféricos, entre eles o de Baixa Pressão Móvel Polar, o Anticiclone do Atlântico Sul e o Anticiclone do Pacífico Sul (Bigarella *et al.*, 1994). Ainda de acordo com Bigarella *et al.* (1994), tais sistemas associam-se aos principais eventos meteorológicos que afetam a área de estudo, os quais têm influência direta nos processos morfodinâmicos da linha de costa, na forma de geração de ondas marítimas e de marés meteorológicas na costa regional.

4 METODOLOGIA

A metodologia para desenvolvimento da pesquisa incluiu diferentes etapas de trabalho, conforme exposto na Figura 6. Iniciou-se pela pesquisa bibliográfica sobre a temática de inundações costeiras e sobre informações relacionados a este fenômeno em Santa Catarina. Os procedimentos detalhados sobre as demais etapas são apresentados abaixo.

Figura 6. Fluxograma representativo da metodologia do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.1 LEVANTAMENTO DAS INUNDAÇÕES COSTEIRAS

O inventário de ocorrências de inundações costeiras em Santa Catarina entre foi realizado através de pesquisa em jornais (digitais e online) e sites de busca, utilizando palavras chaves como “inundações costeiras”, “alagamentos costeiros”, “maré alta provoca alagamentos”, entre outras semelhantes que retratassem a publicação de informações relatando problemas ocasionados por inundação costeira no litoral catarinense.

Na sequência fez-se a seleção de casos para a análise, considerando os episódios de inundação costeira ocorridos entre 2014 e 2019 nos dois setores do litoral catarinense. A definição desse período justificou-se pela faixa temporal em que os dados pesquisados foram encontrados, bem como pela disponibilidade dos dados utilizados nas análises, como alertas e avisos da Defesa Civil de Santa Catarina, dados de maré astronômica e, sobretudo, meteorológica.

Dentre os episódios de inundação costeira identificados, optou-se por analisar os casos que geraram mais impactos para a sociedade. Desta forma, foram analisados os episódios que afetaram diretamente a população, casos em que ocorreram sobrelevação da água do mar que provocou o fechamento das principais ruas e avenidas da área estudada e danos à população afetada. Todos os episódios estudados nesta pesquisa foram retratados pela mídia, a qual relatou a inundação em pontos de determinados municípios, com detalhamento de texto e imagens.

Inicialmente estava prevista igualmente a utilização de dados da Defesa Civil, a qual utiliza um banco de dados próprios para registro de eventos meteorológicos/hidrológicos, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) (BRASIL, 2022), que utiliza a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), e não possui uma tipologia específica para inundações costeiras. Nesse sistema, as inundações costeiras são registradas dentro do grupo de desastres hidrológicos como inundação ou alagamento, não sendo possível separar os eventos relacionados à ocorrência de precipitação dos eventos de inundação costeira, por falta de especificações nos registros.

Importante ressaltar que somente foram considerados episódios de inundação costeira, aqueles em que houve a brusca invasão da água do mar em áreas ocupadas e que houve registro pela mídia local.

Assim, podem ter ocorrido inundações costeiras em municípios cujo litoral é pouco ocupado, onde estes eventos não teriam sido registrados pela mídia. Acredita-se que por este motivo, não foram encontradas na pesquisa inicial, ocorrências de inundação costeira na região Sul do Estado de Santa Catarina, apesar da região ser mais propícia à atuação de ciclones extratropicais.

Ressalta-se ainda que as ocorrências de inundação costeira na área de estudo que foram registradas no mesmo dia e ou dia posterior de eventos de intensa precipitação foram excluídas e não contabilizadas no total de episódios detectados, já que a presente pesquisa não tem como objetivo trabalhar com inundações de origem fluvial ou com problemas estruturais como o escoamento pluvial que favorecem os alagamentos em áreas de planície costeira.

Buscando facilitar a interpretação dos dados de maré meteorológica, os episódios de inundação costeira que ocorreram em dias consecutivos foram considerados como um único caso.

4.2 AVISOS E ALERTAS DE INUNDAÇÕES COSTEIRAS

Após a delimitação da área de estudo e definição do recorte temporal de análise dos eventos de inundação costeira, para análise de avisos e alertas de risco para inundação costeira emitidos pela Defesa Civil de Santa Catarina, efetuou-se o levantamento de dados no site³ da instituição para as datas de ocorrência dos casos selecionados, ocorridos entre 2014 e 2019. Foram considerados na análise os avisos e alertas emitidos previamente, com um dia de antecedência, e nos dias dos eventos de inundação costeira.

4.3 COMPORTAMENTO DA MARÉ ASTRONÔMICA

Para a análise do comportamento da maré astronômica durante os eventos de inundação costeira analisados, foram obtidos dados diários da Tábua de Marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha (DHN) para os portos de Florianópolis e Itajaí e disponibilizados pela Marinha do Brasil. As informações da tábua de marés fornecem a altura da maré astronômica na baixa-mar (maré baixa) e na preamar (maré alta) e a hora em que elas ocorrem em determinado local.

³ Disponível em: < <https://www.defesacivil.sc.gov.br/alertas-meteorologicos-nowcasting/> >

Utilizou-se também a fase da lua, de acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP, 2022).

Para entender melhor o comportamento da maré astronômica em cada episódio de inundação costeira, utilizou-se os dados de maré do dia da inundação costeira, do dia anterior e do dia posterior, conforme exemplificado pela Figura 7.

Figura 7. Tábua de maré para os portos de Florianópolis e Itajaí, e fase da lua, no episódio do dia 27 de agosto de 2014.

Porto Florianópolis	26/08/2014	●	02h32	1,2m	09h00	0,2m	15h36	1,2m	20h17	0,2m
	27/08/2014	●	03h06	1,2m	07h53	0,2m	16h02	1,2m	20h49	0,2m
	29/08/2014	●	03h49	1,2m	08h04	0,3m	16h34	1,2m	21h17	0,2m
Porto Itajaí	26/08/2014	●	02h21	1,2m	07h38	0,1m	15h10	1,1m	19h57	0,2m
	27/08/2014	●	03h01	1,2m	08h01	0,1m	15h49	1,1m	20h23	0,2m
	29/08/2014	●	03h36	1,1m	08h17	0,2m	16h17	1,1m	20h59	0,2m

Fonte: DHN⁴

Os dados de maré astronômica e de fase da lua foram tratados estatisticamente e graficamente com apoio do *software* Excel.

4.4 COMPORTAMENTO DA MARÉ METEOROLÓGICA

A análise da maré meteorológica foi realizada em escala local e regional, com base em dados de precipitação, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, maré observada e na análise de cartas sinóticas.

4.4.1 Precipitação, pressão atmosférica e ventos

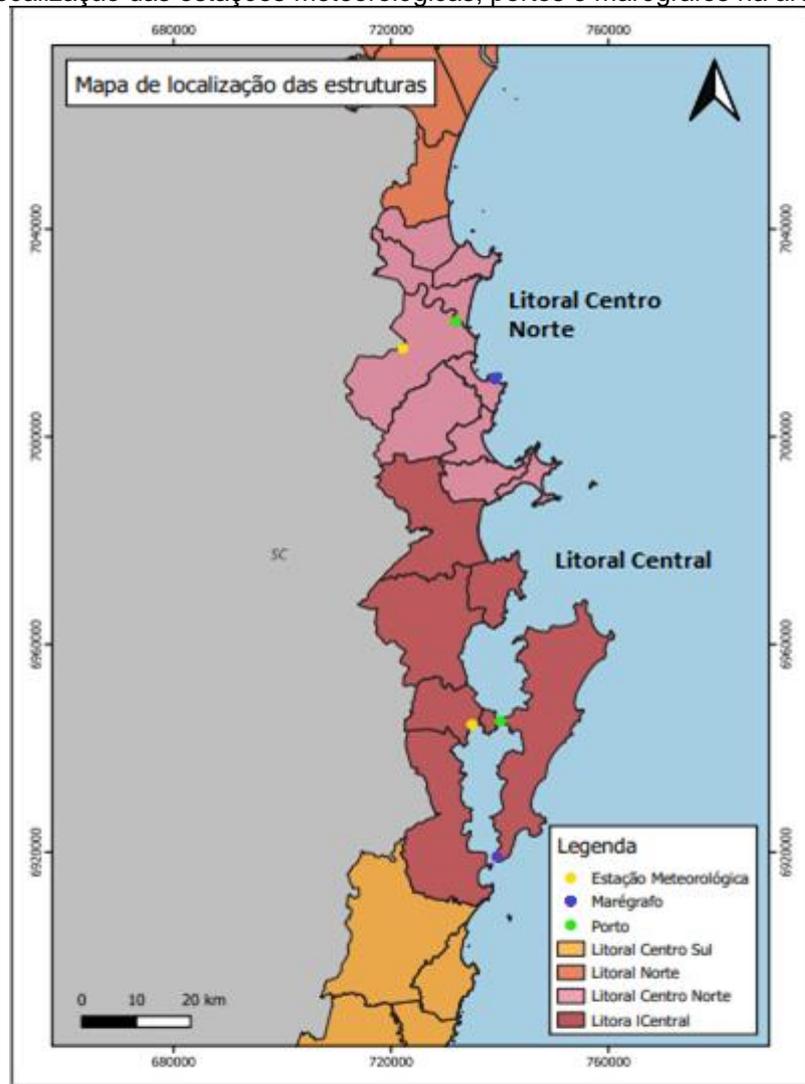
Para a escala de análise local utilizou-se dados de duas estações meteorológicas de superfície, uma localizada no município de São José, representativa do litoral central e outra no município de Itajaí, para o litoral centro-

⁴ <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Acessado em 15 de julho de 2022.

norte, ambas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para os dois setores foram obtidos dados horários de precipitação, pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar, direção e velocidade do vento. Nessa escala, também foram analisados dados de maré real (observada e medida), obtidos através de registros de marégrafos localizados em Florianópolis para o litoral central e em Balneário Camboriú, para o litoral centro-norte.

A Figura 10 mostra a localização das estações meteorológicas e maregráficas, a partir das quais foram gerados os dados locais utilizados nesta pesquisa.

Figura 8. Localização das estações meteorológicas, portos e marégrafos na área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O levantamento de dados de precipitação buscou excluir os eventos de inundação costeira acompanhados de acumulados de chuva significativos, com valores superiores a 22mm no dia do registro do evento. Os dados de precipitação, assim como os dados locais de pressão atmosférica ao nível do mar foram tratados graficamente por meio do *software* Excel.

Para análise do comportamento do vento em superfície nos episódios de inundação costeira, procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados obtidos e elaboração de gráficos de Rosa dos Ventos para as estações de São José e de Itajaí, a partir dos dados horários do dia da inundação costeira, bem como do dia anterior e posterior a cada evento. Nesse procedimento foi utilizado o *software* WRPLOT View™ (*Wind Rose Plots for Meteorological Data*), desenvolvido e disponibilizado gratuitamente na página da empresa Lakes Environmental (LAKES ENVIRONMENTAL, 2018). O tratamento dos dados mostra a média da direção dos ventos registrados nos episódios de inundação e o percentual de ocorrência para as classes de ventos atuantes ao longo do período de análise (2014-2019).

Os dados de direção do vento obtidos são apresentados em grau (°), de acordo com o código utilizado pelo INMET (Tabela 1).

Tabela 1. Código de direção do vento.

Código	Descrição	Desc. Simples
0	Calma	C
10 a 40	Norte – Nordeste	NNE
50 a 60	Nordeste	NE
70 a 80	Este - Nordeste	ENE
90 a 100	Leste	E
110 a 130	Este - Sudeste	ESSE
140 a 150	Sudeste	SE
160 170	Sul - Sudeste	SSE
180 a 190	Sul	S

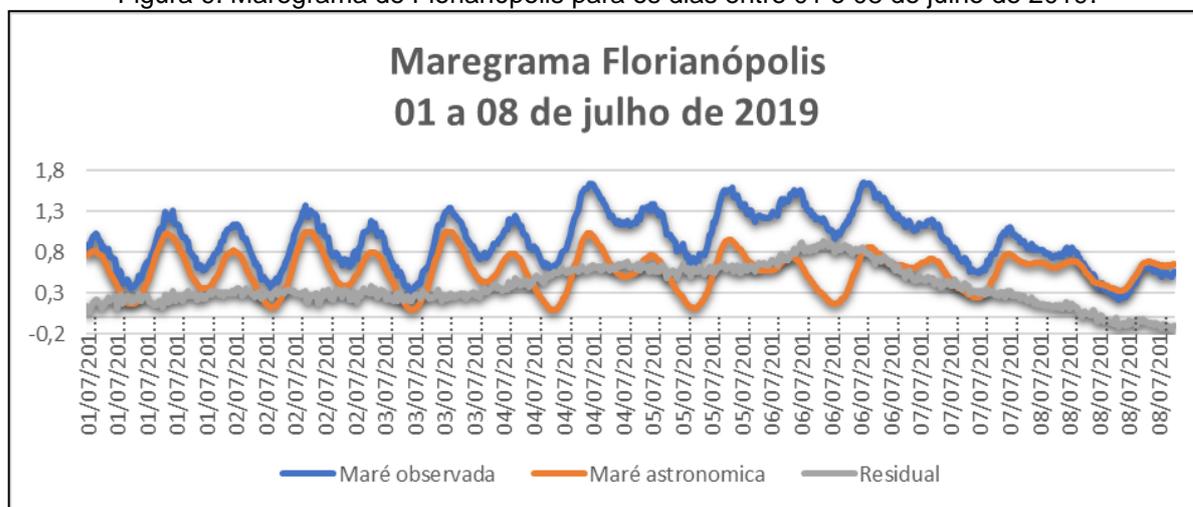
Fonte: INMET

4.4.2 Análise da maré observada

Para ampliar a compreensão da maré meteorológica foram analisados dados de maré observada registrados pelas duas estações maregráficas localizadas na área de estudo, em Florianópolis e Balneário Camboriú, disponibilizados pela EPAGRI/CIRAM. Foram elaborados maregramas a partir dos dados obtidos, que permitiram a comparação entre a maré astronômica prevista e a maré local observada, com a identificação do comportamento da maré residual durante os episódios de inundação analisados.

Os maregramas são gráficos que mostram as constantes harmônicas para o nível da maré astronômica prevista, calculadas a partir de um ano de dados obtidos no local onde o marégrafo está instalado, e os dados de nível da maré observada de hora em hora. Também mostram a diferença entre os valores previstos e medidos, que corresponde à altura residual, referente à ocorrência de maré meteorológica, conforme ilustrado pela Figura 9.

Figura 9. Maregrama de Florianópolis para os dias entre 01 e 08 de julho de 2019.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da EPAGRI/CIRAM (2022).

Ressalta-se que para geração de maregramas é necessário ter dados de maré observada e dados de maré astronômica. No caso do litoral centro-norte, infelizmente os dados de altura da maré observada, registrados pelo marégrafo instalado em Balneário Camboriú, estão disponíveis somente a partir de janeiro de

2016, quando o equipamento começou a operar. Assim, para efeito de análise dessa variável nos casos de inundação ocorridos no litoral centro-norte entre 2014 e essa data, optou-se por extrapolar para esse setor os dados da maré observada registrados em Florianópolis. Para os casos 8 e 9 de inundação costeira, destaca-se que não houve elaboração de maregramas, pois não há dados de maré observada disponíveis para as datas de ocorrência desses dois casos.

Destaca-se que para a interpretação dos maregramas é necessário saber que, em Santa Catarina, de maneira geral, quando sopram ventos do quadrante sul ocorre empilhamento da água do mar na costa e, nesse caso, a maré observada tende a ser maior que a maré astronômica. Conseqüentemente, o valor da altura residual da maré é positivo. Quando o vento é proveniente do quadrante norte ocorre um afastamento da massa d'água da costa e o valor da maré observada é menor do que a maré astronômica, resultando em valor da altura residual negativo. Quando há calmaria ou ventos fracos, os valores da maré observada e da maré astronômica tendem a ser semelhantes e o resultado da altura residual é próximo a zero (VANZ *et al.*, 2015; EPAGRI/CIRAM, 2022).

4.4.3 Padrões atmosféricos e maré meteorológica

Para compreender o comportamento da maré meteorológica a partir de um contexto regional, é necessário olhar uma região muito maior, abrangendo ao menos todo o sul do Brasil e o oceano Atlântico Sul. Para tal, foram interpretadas cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) referentes ao período de ocorrência dos episódios de inundação costeira analisados, bem como utilizadas as respectivas análises sinóticas geradas pelo órgão. Este procedimento buscou compreender de forma mais aprofundada os sistemas atmosféricos atuantes durante os episódios de inundação costeira estudados nesta pesquisa, com a identificação da localização de ciclones e frentes frias, dos valores de pressão atmosférica e da direção dos ventos em superfície, que possam ter influenciado a ocorrência de marés meteorológicas na área de estudo e, conseqüentemente, os episódios de inundação registrados.

A análise das cartas sinóticas permitiu também a identificação de padrões atmosféricos associados às inundações costeiras ocorridas na área de estudo no período 2014 e 2019.

Ressalta-se que todos os dados astronômicos, meteorológicos e sinóticos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa abrangeram o dia de ocorrência, o dia anterior e o dia posterior de cada episódio de inundação costeira analisado. Este limite de análise de três dias foi estipulado de acordo com Mendes (2006), que apontou uma duração média de 3,02 dias de atuação na área de estudo dos ciclones extratropicais originados na América do Sul.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 INVENTÁRIO DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÃO COSTEIRA

De acordo com o levantamento feito nos veículos de mídia local, foram registradas 29 ocorrências de inundação costeira no litoral central e centro-norte de Santa Catarina no período estudado, entre 2014-2019, relacionados na Tabela 2.

Tabela 2. Registros de maré positiva no litoral catarinense durante o período de 2014 e 2019.

Data da inundação costeira	Locais que registraram inundação costeira
27/08/2014	Florianópolis
22/03/2015	Florianópolis e Palhoça
19/06/2015	Florianópolis
11/09/2015	Florianópolis e Palhoça
28/09/2015	Balneário Camboriú
17/10/2015	Itajaí
18/05/2016	Florianópolis
23/05/2016	Itajaí
05/06/2016	Florianópolis
18/07/2016	Florianópolis
15/09/2016	Florianópolis, Palhoça, Biguaçu, Tijucas, Bombinhas, Balneário Camboriú, Itajaí
16/09/2016	Florianópolis, Balneário Camboriú, Itajaí, Bombinhas, Palhoça e Biguaçu
28/10/2016	Florianópolis, Tijucas, Balneário Camboriú e Itajaí
21/08/2017	Balneário Camboriú e Itajaí
14/06/2018	Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí
26/06/2018	Florianópolis
10/08/2018	Florianópolis e Itajaí
11/08/2018	Florianópolis, Itajaí e Bombinhas
14/08/2018	Florianópolis
26/08/2018	Florianópolis e Balneário Camboriú
02/07/2019	Itajaí
03/07/2019	Florianópolis
04/07/2019	Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí
05/07/2019	Florianópolis e Balneário Camboriú
06/07/2019	Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí
07/07/2019	Florianópolis
08/07/2019	Florianópolis
03/08/2019	Florianópolis
14/08/2019	Balneário Camboriú

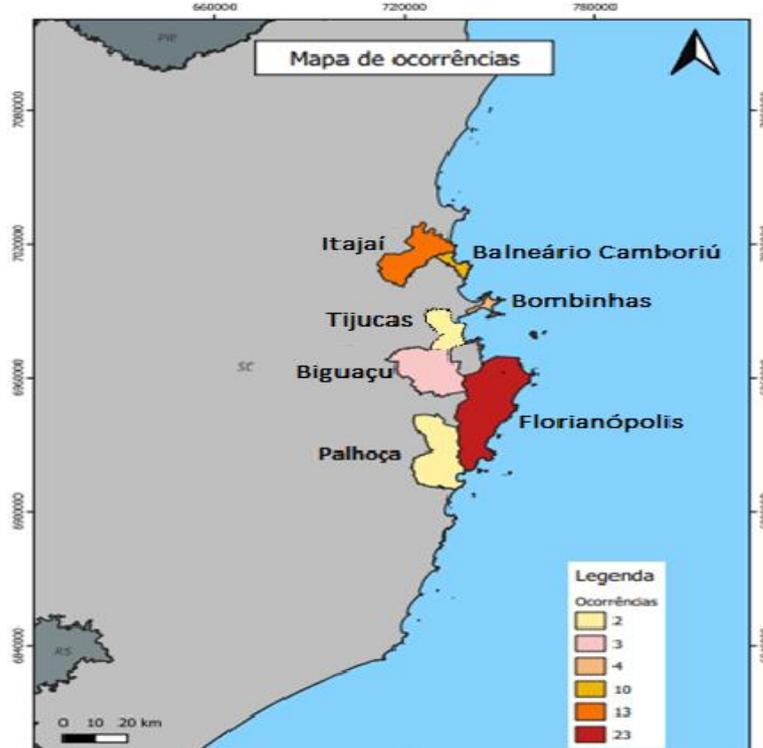
Fonte: Elaborado pela autora com base em dados dos veículos G1 / ND Mais / NSC Total / Diarinho (2022).

O levantamento realizado indicou que, ao longo do período analisado, sete municípios do litoral central e centro-norte de Santa Catarina foram atingidos por eventos de inundação costeira. A capital, Florianópolis, foi a mais afetada por estes eventos, contabilizando 23 episódios dentro do período analisado. A seguir vem Itajaí com 12 registros, Balneário Camboriú com 11, seguido de Palhoça, Bombinhas com respectivamente 4 e 3 registros e Biguaçu e Tijucas, com 2 registros cada (Figura 10).

Esses resultados mostram que o fenômeno é mais comum no litoral central, visto que dos 29 episódios de inundação costeira analisados, em 79,3% dos casos esse setor foi atingido, enquanto o litoral centro-norte registrou inundações costeiras em pouco mais da metade, ou 51,72% dos episódios analisados. Se avaliarmos os casos em que a inundação costeira afetou os dois setores concomitantemente, esse número passa para apenas 34,5% dos episódios.

Essas diferenças podem estar diretamente relacionadas aos padrões atmosféricos distintos que provocam inundação costeira na área de estudo, cuja identificação é objetivo desta pesquisa.

Figura 10. Ocorrência de inundações costeiras na área de estudo, por município (2014-2019).

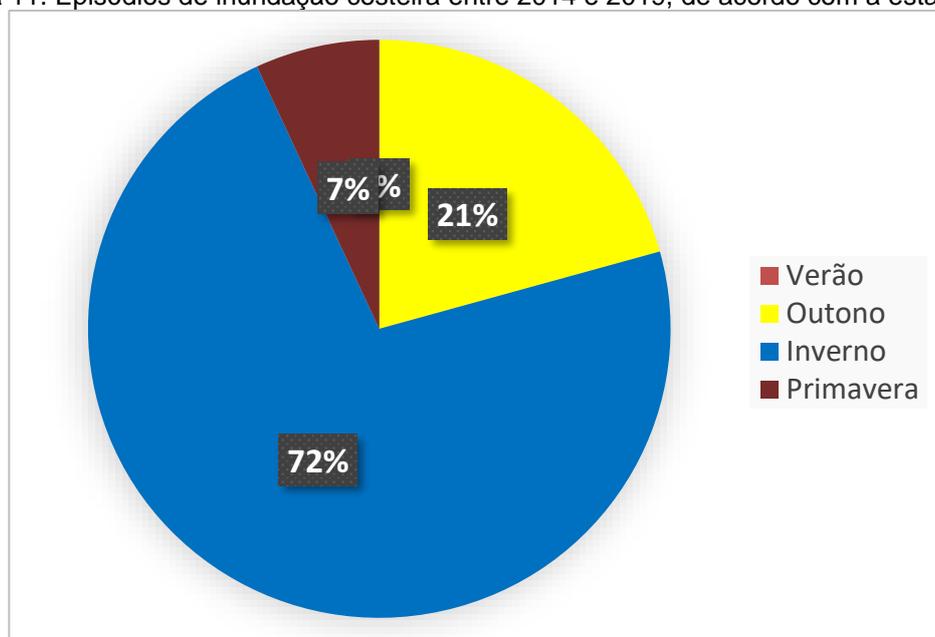


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ressalta-se ainda que os municípios que apresentaram registros de inundações costeiras possuem áreas de planície costeira de baixa altimetria próximo ao mar, conforme indicado no capítulo 2, o que favorece a ocorrência de inundações costeiras, e que são amplamente ocupadas.

A análise conjunta dos episódios de inundação costeira selecionados para o litoral central e centro-norte de Santa Catarina mostrou que a maior parte deles se concentrou nos meses de inverno. Dos 29 episódios, 21, ou 72% dos casos, foram registrados nessa estação. Outros 6 episódios, ou 21%, foram registrados no outono e somente dois, ou 7% dos casos, ocorreram durante a primavera, não tendo sido registrado ocorrências durante o verão (Figura 11).

Figura 11. Episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019, de acordo com a estação do ano.

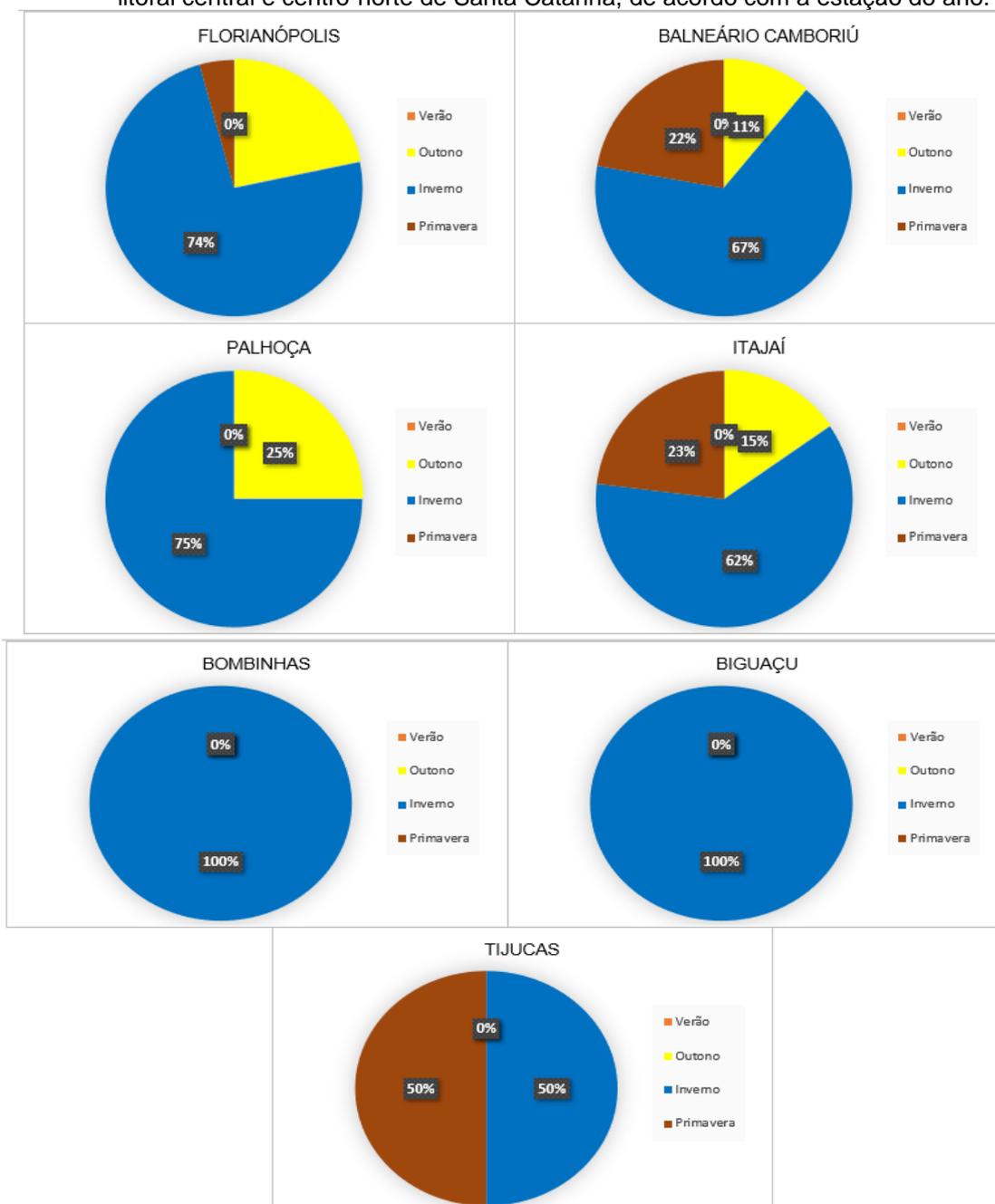


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao realizar a mesma análise para os locais mais afetados por inundações costeiras entre 2014 e 2019, percebe-se que, em Florianópolis, 74% dos casos se concentraram no inverno, o restante dos casos na primavera e outono (Figura 12). Para Itajaí, 62% dos registros foram no inverno, 23% na primavera e 15% no outono. Para Balneário Camboriú, 67% ocorreram no inverno, 22% na primavera e 11% no outono. Em Palhoça, 75% dos episódios foram registrados no inverno e 25% deles no outono. Em de Bombinhas e Biguaçu, 100% dos episódios analisados atingiram os

dois municípios durante o inverno, enquanto no município de Tijucas, os registros ocorreram em 50% no inverno e 50% na primavera, conforme figura a seguir.

Figura 12. Episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019, para cada localidade analisada no litoral central e centro-norte de Santa Catarina, de acordo com a estação do ano.

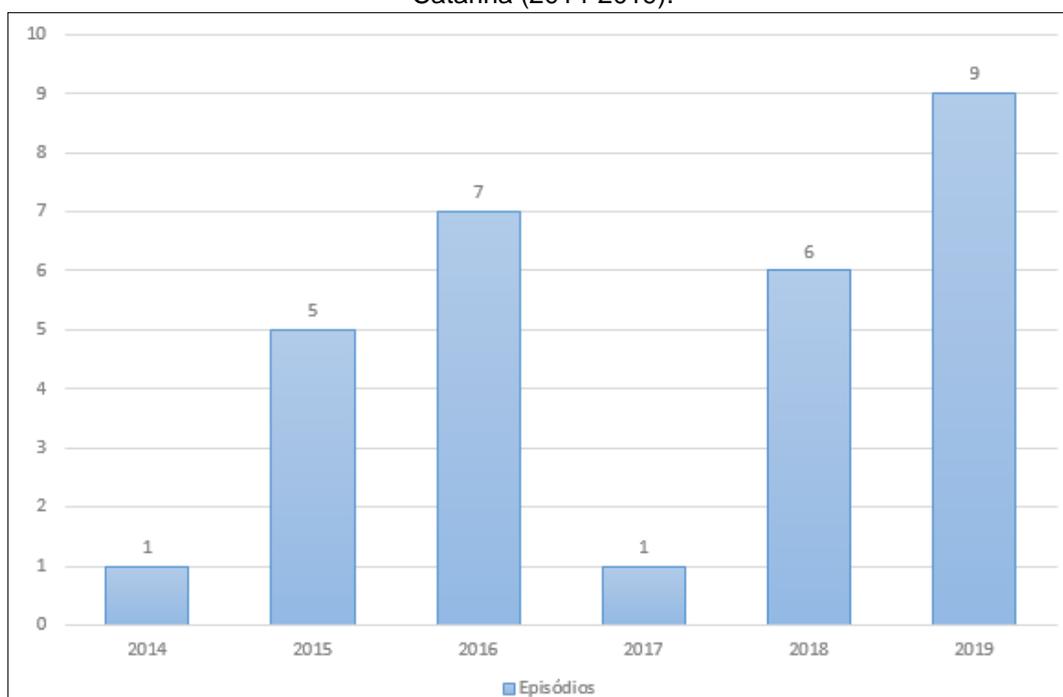


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os resultados da análise dos registros levantados mostram ainda uma tendência ao aumento de número de casos ao longo dos anos estudados e, como

mostra a Figura 13. O ano com maior registro de inundações costeiras em Santa Catarina, totalizando nove ocorrências, foi 2019. Já nos anos de 2014 e 2017 ocorreram as menores frequências, com apenas um evento ao longo de cada ano. A média anual ficou em torno de 5 inundações costeiras entre 2014 e 2019, porém devido ao curto período analisado não é possível perceber uma periodicidade interanual dos eventos na área de estudo.

Figura 13. Episódios de inundações costeiras analisados para o litoral central e centro norte de Santa Catarina (2014-2019).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

5.2 INVENTÁRIO DE ALERTAS E AVISOS DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÃO COSTEIRA

A Tabela 3 apresenta os resultados do levantamento de alertas, avisos e os boletins de previsão do tempo emitidos pela Defesa Civil Estadual nas datas e nos dias anteriores em que ocorreram as inundações costeiras no litoral central e centro-norte de Santa Catarina.

Tabela 3. Levantamento dos avisos, alertas e boletins de previsão do tempo emitidos nos episódios de inundação costeira.

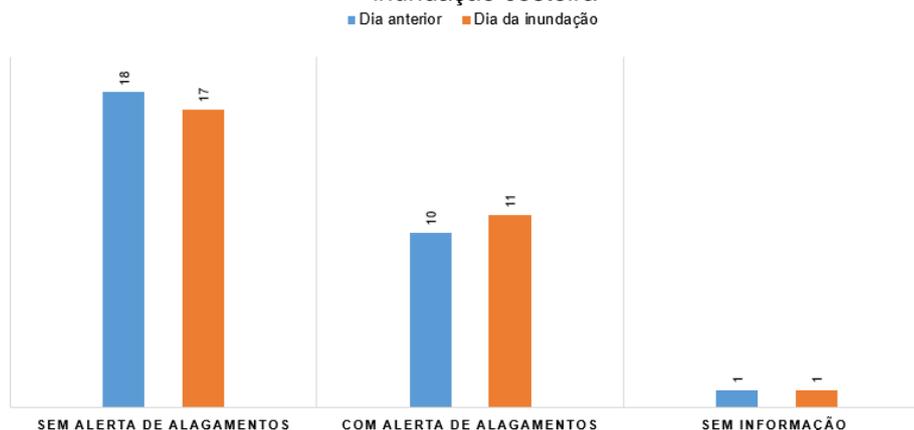
Alagamentos costeiros	DIA ANTERIOR		DIA DO EVENTO		
	Ressaca	Avisos	Alagamentos	Ressaca	Avisos
Não	Sim	7	Não	Sim	7
Sim	Sim	10	Sim	Sim	11
Sim	Não	0	Sim	Não	0
Não	Não	12	Não	Não	11

Fonte: Defesa Civil de Santa Catarina.

Os resultados obtidos permitiram averiguar como o órgão divulga a previsão do fenômeno em análise, mostrando que a Defesa Civil Estadual, refere-se às inundações costeiras como “alagamentos costeiros”. Por outro os alertas de ressaca, em geral, indicam a possibilidade de ocorrência de inundações costeiras.

Considerando o formato para as emissão de alertas adotado pela Defesa Civil, a análise dos resultados apontou que, dos 29 episódios de inundação costeira analisados entre 2014 e 2019, apenas 34,5% deles foram efetivamente citados nos avisos, alertas e/ou nos boletins de previsão do tempo no dia anterior à ocorrência do fenômeno, e 38% dos episódios foram mencionados nesses informativos no dia da ocorrência do evento, como mostra a Figura 14.

Figura 14. Inventário dos alertas, avisos e boletins de previsão do tempo para os episódios de inundação costeira



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Verificou-se ainda que os avisos, alertas e boletins com previsões de inundações costeiras emitidos pelo órgão (mencionadas como alagamentos

costeiros), sempre foram acompanhadas de alertas de ressaca. Como mostra a Tabela 3, nos 10 episódios em que houve a menção do fenômeno com antecedência e nos 11 eventos em que os avisos, alertas e boletins de previsão foram emitidos no dia de ocorrência das inundações costeiras, todos eles estavam relacionados com episódios de ressaca.

Os resultados obtidos mostram que 65,5% dos episódios de inundação costeira analisados entre 2014 e 2019, não foram mencionados nos avisos, alertas e boletins de previsão da Defesa Civil Estadual no dia anterior ao fenômeno, contribuindo assim para um maior impacto para população, que não recebeu os alertas e foi surpreendida pelas ocorrências. Frequentemente, entre os impactos mais visíveis, estão os transtornos ocasionados pela incursão das águas marinhas sobre as vias de circulação na orla e áreas baixas à retaguarda (Figura 15).

Figura 15. Avenida Atlântica, em Balneário Camboriú, invadida pela água do mar.



Fonte: Camboriú News (2020)⁵

5.3 ANÁLISE DA MARÉ ASTRONÔMICA

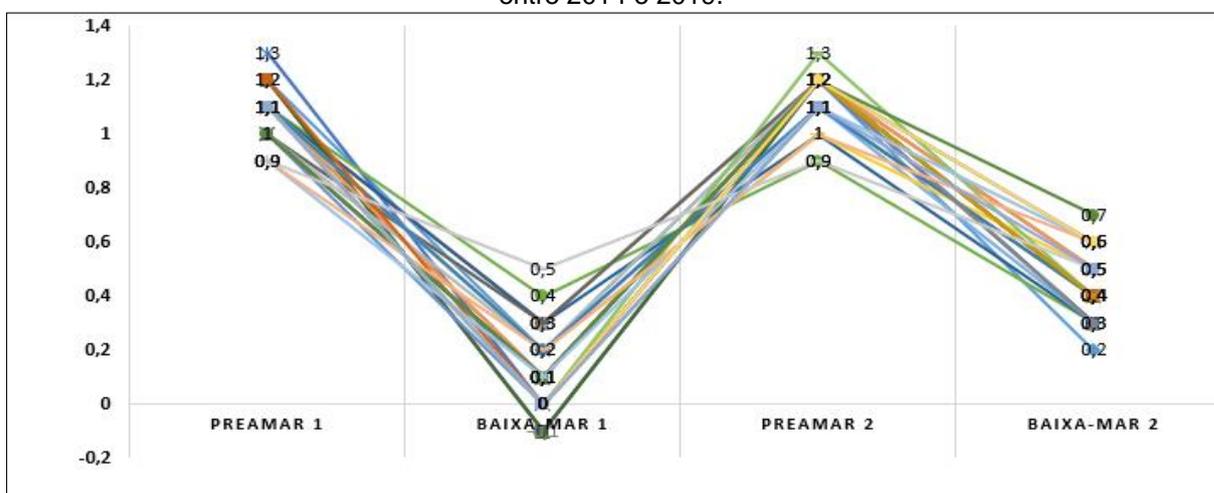
Os dados de amplitude de maré astronômica e fases da lua para os portos de Florianópolis e Itajaí nas datas de registro de inundações costeiras no litoral central e

⁵ <https://camboriu.news/mare-alta-toma-a-avenida-atlantica-em-balneario-camboriu/>. Acessado em: 15 de julho de 2022.

centro-norte de Santa Catarina no período de estudo e também ao dia anterior e posterior ao evento, são apresentados no APÊNDICE C.

Ao analisar os dados para o porto de Florianópolis, verificou-se o valor médio de 1,1m em ambas preamares e de 0,1 m e 0,4 m nas baixa-mares (Figura 16). Na preamar, os valores máximos encontrados foram de 1,3m e 1,3m, com valores mínimos de 0,5m a 0,7m, respectivamente na primeira e segunda baixa-mar. Esses valores estão dentro da classificação de micromarés, com amplitudes inferiores a 2 metros, conforme apontado por Tessler & Goya (2005).

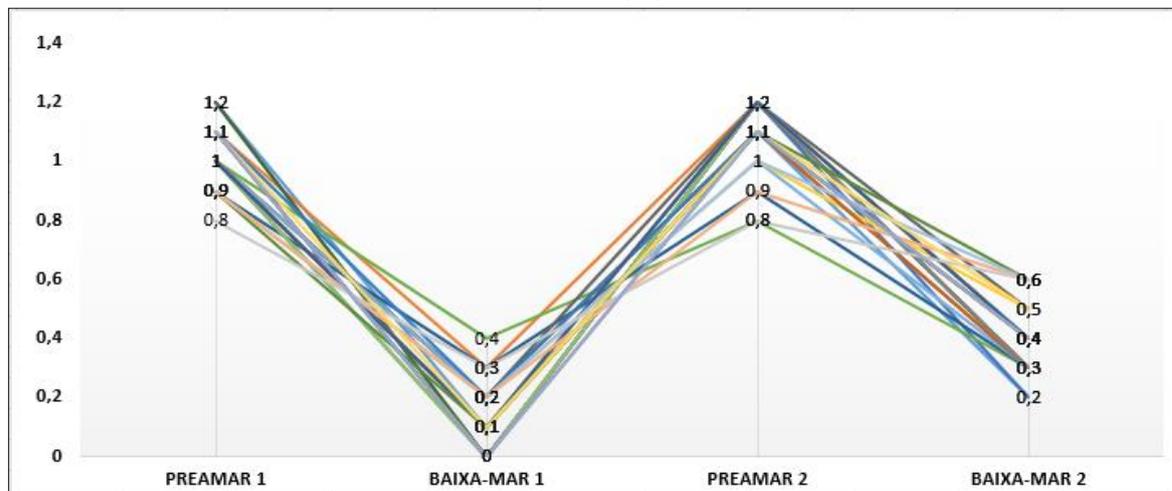
Figura 16. Baixa-mares e Preamares do porto de Florianópolis nos períodos de inundação costeira entre 2014 e 2019.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os valores encontrados nas tábuas de maré para o porto de Itajaí nos dias que ocorreram as inundações costeiras mostram média de 1,0m e 1,1 para preamares e de 0,1 e 0,4m nas baixa-mares (Figura 17). Os valores máximos encontrados nas preamares foram de 1,2m, com valores mínimos de 0,8m em ambas preamares. Na baixa-mar, os valores máximos encontrados foram de 0,4m e 0,6m, com valores mínimos de 0,0m a 0,2m, respectivamente na primeira e segunda baixa-mar.

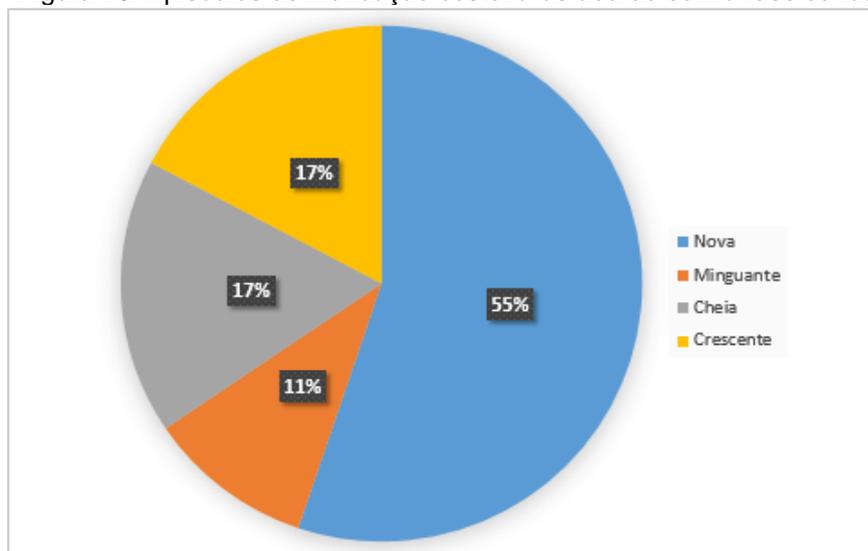
Figura 17. Baixa-mares e Preamares no porto de Itajaí nos períodos de inundação costeira, entre 2014 e 2019.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao analisar as fases da lua durante os episódios de inundação costeira estudados, 72%, ocorreram em período de maré de sizígia, somando um total de 21 episódios, sendo 16 na lua nova e 5 na lua cheia, e 28% em fase de quadratura, com 8 episódios (Figura 18).

Figura 18. Episódios de inundação costeira de acordo com a fase da lua.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao relacionar a estação do ano com a fase da lua dos 19 episódios que ocorreram durante o inverno, 14 foram durante maré de sizígia e apenas cinco em

maré de quadratura. Dos registros durante a maré de sizígia, 11 correspondem à fase de lua nova e três à fase de lua cheia, enquanto nos registros de maré de quadratura, quatro ocorreram em fase da lua minguante e um durante a lua crescente.

Do total de registros analisados, seis deles ocorreram durante o outono, sendo cinco em maré de sizígia (quatro em fase de lua nova e um em fase de lua cheia) e um durante maré de quadratura (fase de lua minguante). Dos quatro registros de primavera, dois ocorreram durante maré de sizígia (um em fase de lua nova e um em fase de lua cheia) e dois episódios em maré de quadratura (ambos em fase da lua crescente).

5.4 COMPORTAMENTO DA MARÉ METEOROLÓGICA

Considerando o reagrupamento de episódios de inundação ocorridos em dias consecutivos os 29 episódios mais significativos de inundação costeira analisados para o período de 2014 e 2019 tornaram-se 21 casos. Conforme indicado na Tabela 4, os episódios ocorridos nos dias 15 e 16/11/2016 e de 02 a 08/07/2019 foram resumidos a dois casos (11 e 19).

Tabela 4. Casos de inundação costeira identificados entre 2014 e 2019

Caso de inundação costeira	Episódio de inundação costeira
Caso 1	27/08/2014
Caso 2	22/03/2015
Caso 3	19/06/2015
Caso 4	11/09/2015
Caso 5	28/09/2015
Caso 6	17/10/2015
Caso 7	18/05/2016
Caso 8	23/05/2016
Caso 9	05/06/2016
Caso 10	18/07/2016
Caso 11	15/09/2016
	16/09/2016
Caso 12	28/10/2016

Caso 13	21/08/2017
Caso 14	14/06/2018
Caso 15	26/06/2018
Caso 16	10/08/2018
	11/08/2018
Caso 17	14/08/2018
Caso 18	26/08/2018
	02/07/2019
	03/07/2019
	04/07/2019
Caso 19	05/07/2019
	06/07/2019
	07/07/2019
	08/07/2019
Caso 20	03/08/2019
Caso 21	14/08/2019

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

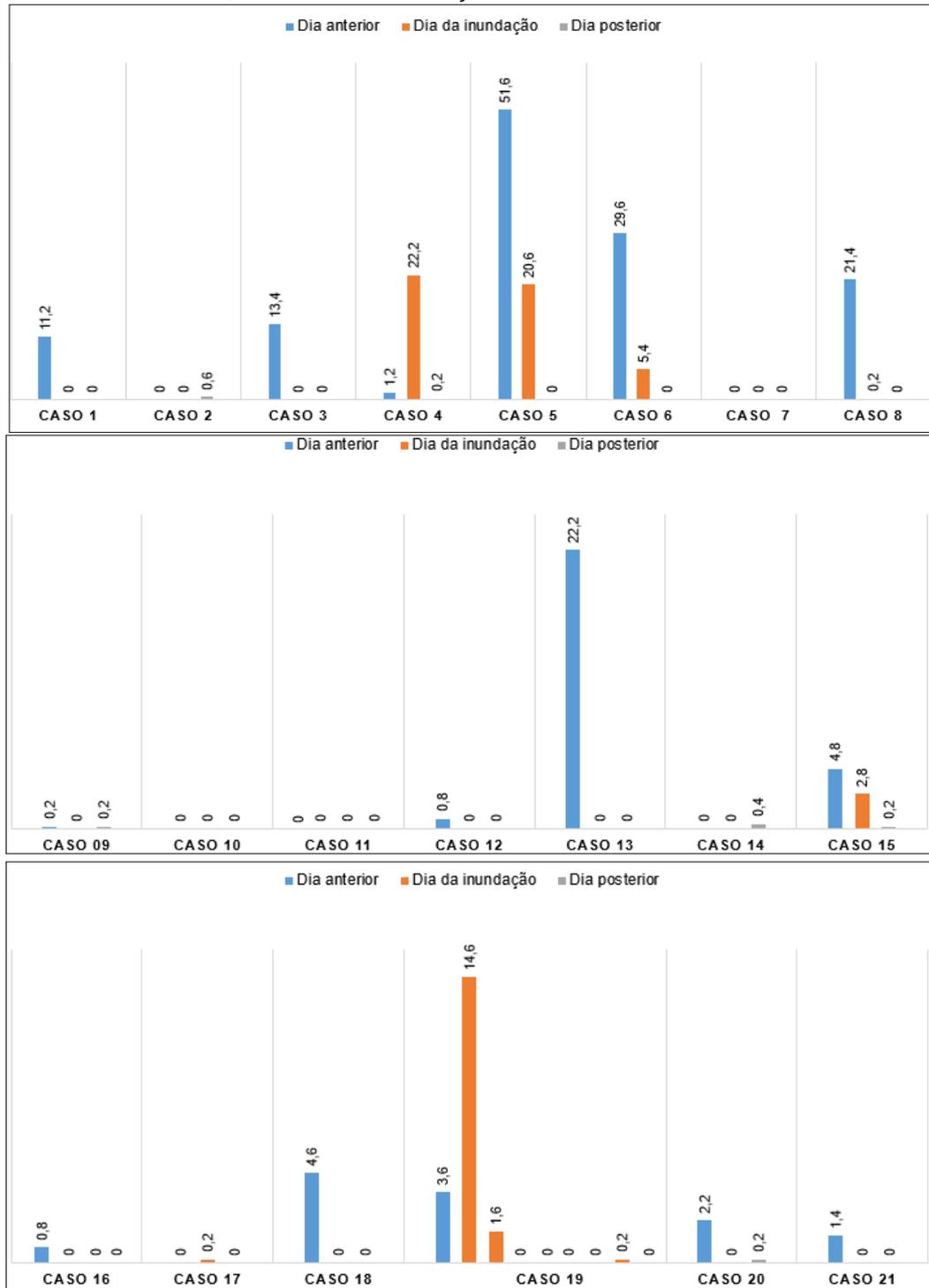
A análise da maré meteorológica iniciou-se pelos dados de precipitação registrados de hora em hora no dia do evento de inundação costeira, bem como no dia anterior e posterior a ocorrência do mesmo, seguida da análise da pressão atmosférica, de dados dos ventos locais e da maré observada.

5.4.1 Precipitações

Para análise da influência de precipitações nos episódios de inundação costeira analisados, os dados horários de precipitação obtidos nas estações meteorológicas de São José e de Itajaí foram transformados para dados diários.

Os resultados obtidos mostraram que, para o litoral central, dos 21 casos de inundação costeira, 18 deles não tiveram registro de precipitação e/ou tiveram precipitação inferior a 6mm no dia do registro de inundação costeira. Os outros 3 casos, com ocorrência de precipitação, registraram volumes de 22,2mm, 20,6mm e 14,6mm (Figura 19).

Figura 19. Volumes de precipitação, em Florianópolis, representativos do Litoral Central, nos casos de inundação costeira entre 2014 e 2019.

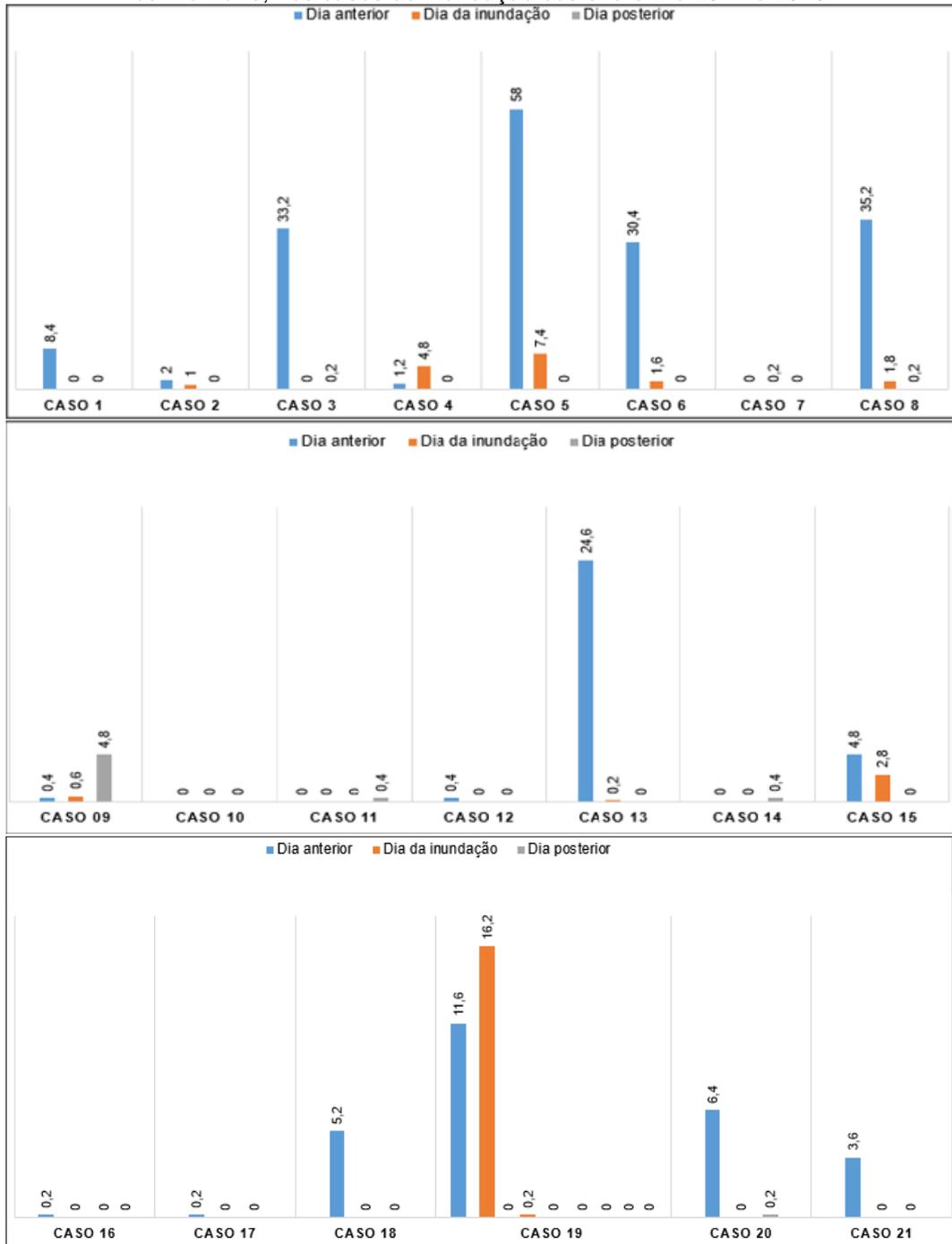


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Considerando o agrupamento de dias consecutivos de inundação, no litoral centro-norte, dos 21 casos de inundação costeira, 19 deles não tiveram registro de

precipitação e/ou tiveram precipitação inferior a 6mm no dia do registro de inundação costeira. Os outros 2 casos, com ocorrência de precipitação, registraram volumes de 7,4mm e 16,2mm (Figura 20).

Figura 20. Volumes de precipitação, em Florianópolis, representativos do litoral centro-norte, nos casos de inundação costeira entre 2014 e 2019.



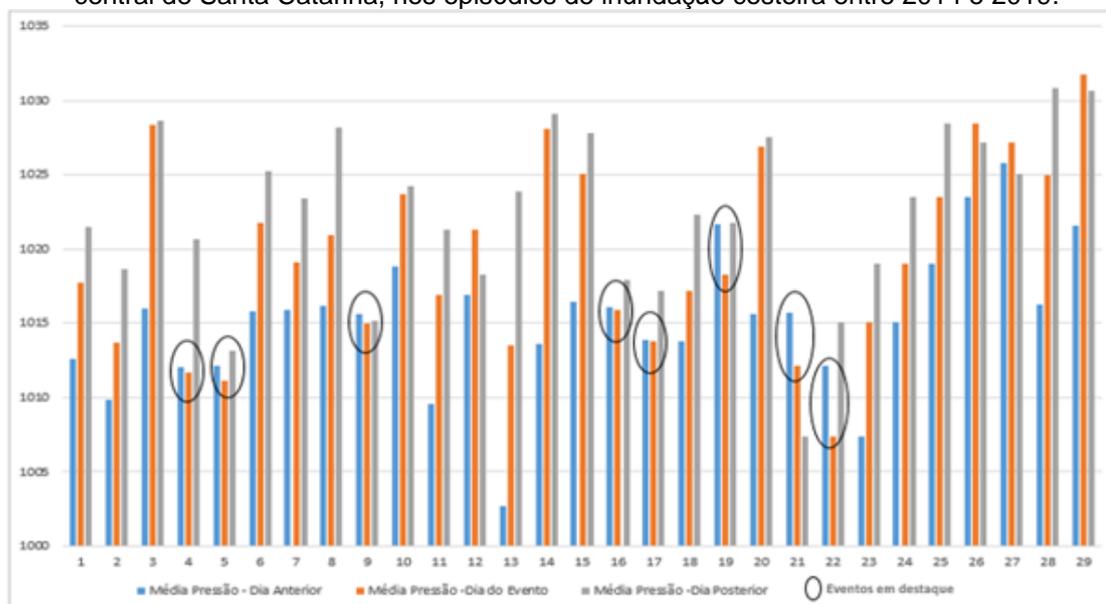
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

5.4.2 Análise da Pressão Atmosférica

Na sequência analisou-se o comportamento da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar registrada pela estação meteorológica automática do INMET, em São José e na estação meteorológica de Itajaí, com dados de hora em hora, do dia da inundação costeira, bem como o dia que antecedeu e procedeu cada evento. Os gráficos com o comportamento da pressão atmosférica em cada episódio analisado podem ser conferidos no APÊNDICE D, para Florianópolis, e no APÊNDICE E para Itajaí.

Para o litoral central de Santa Catarina, dos 29 episódios diários analisados (reagrupados em 21 casos), 72,4% indicaram aumento na pressão atmosférica entre o dia anterior e o dia do episódio de inundação costeira, e em somente 27,6% houve queda na pressão atmosférica entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, sendo que na maioria dos casos essa diferença não foi muito significativa (Figura 21).

Figura 21. Média da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar representativos no litoral central de Santa Catarina, nos episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019.

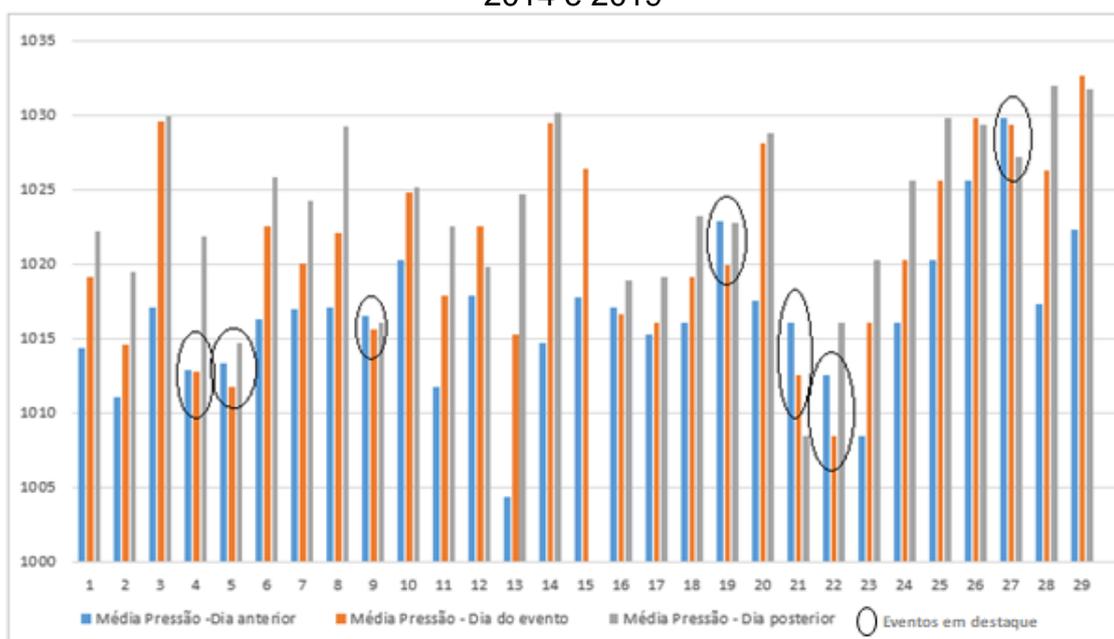


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para o litoral centro-norte de Santa Catarina, dos 29 episódios diários analisados (reagrupados em 21 casos), 75,9% indicaram aumento na pressão atmosférica entre o dia anterior e o dia do episódio de inundação costeira e, em

somente 24,1%, houve queda na pressão atmosférica entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, sendo que na maioria dos casos essa diferença não foi muito significativa (Figura 22).

Figura 22. Média da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar representativos no litoral centro-norte, nos episódios de inundação costeira entre 2014 e 2019



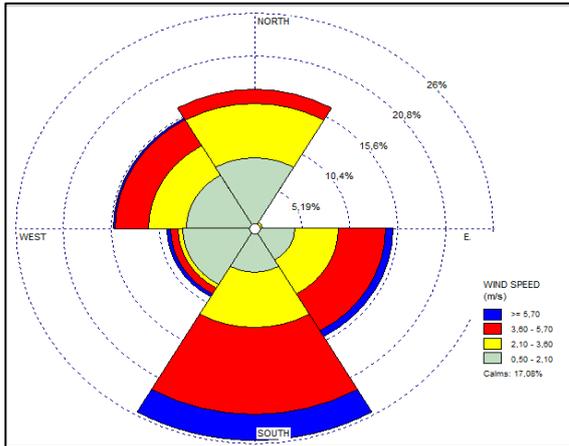
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

5.4.3 Análise dos Ventos

Em relação ao comportamento do vento, para o litoral central, a análise efetuada a partir de dados locais mostrou que para o dia anterior às inundações costeiras analisadas, os ventos foram provenientes de quadrante sul (Figura 23), sendo que 33,8% possuíam velocidade média entre 0,50 e 2,10m/s e 44,7% entre 2,10 e 5,7m/s, atingindo picos acima 5,7m/s em 4,4% dos registros (Figura 24). Ao analisar os dados de rajadas de vento, para o mesmo período, observou-se que as rajadas de vento também são, em sua maioria, provenientes de quadrante sul (Figura 25), sendo que mais da metade, 53,4% dos registros possuíam velocidade média

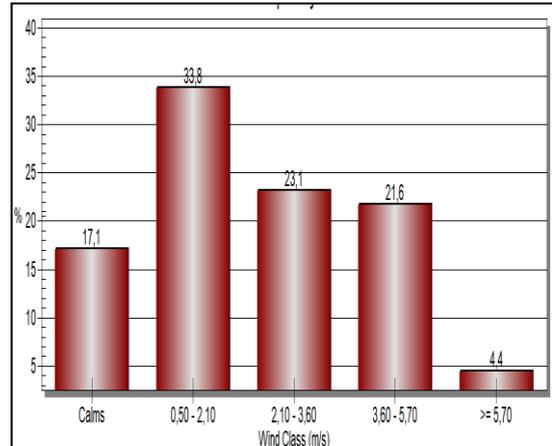
acima dos 5,70m/s e 22,5% dos registos, velocidade média entre 3,60 e 5,70m/s (Figura 26), atingindo velocidade máxima de 15,6 m/s.

Figura 23. Rosa dos Ventos para o dia anterior a inundação costeira no litoral central de SC.



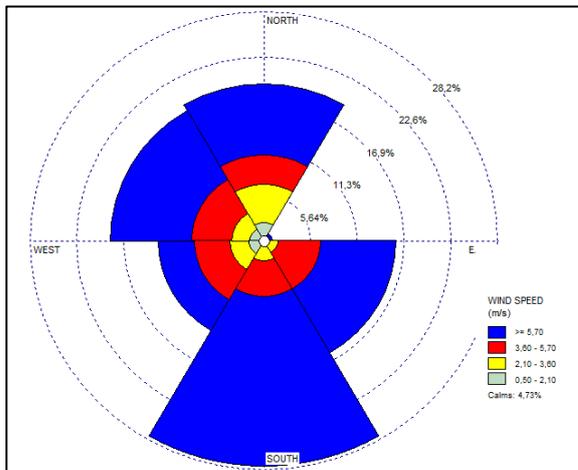
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 24. Distribui o de frequência de vento para o dia anterior a inundação costeira no litoral central SC.



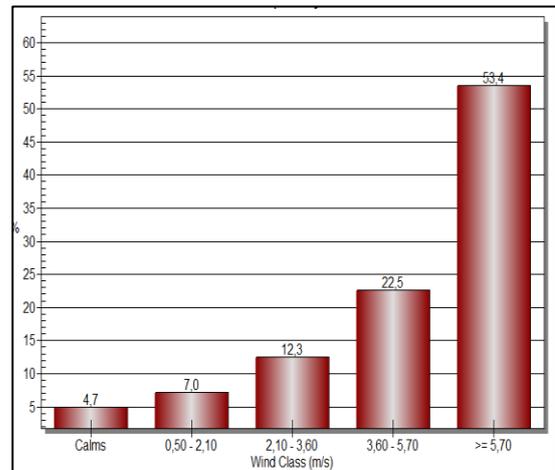
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 25. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia anterior a inundação costeira no litoral central de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 26. Distribui o de frequência de vento (rajada) para o dia anterior a inundação costeira no litoral central SC.

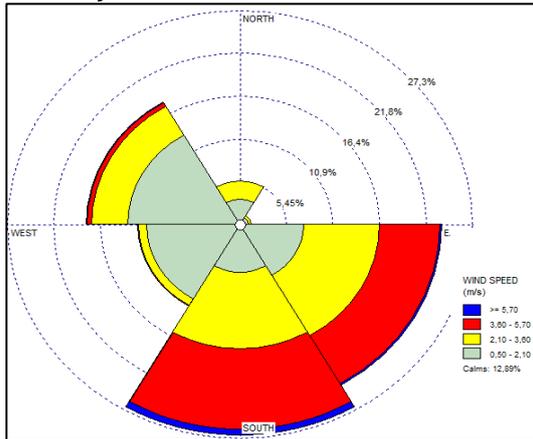


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para o dia da inundação costeira observou-se que os ventos se mantiveram predominantemente de quadrante sul e sudeste (Figura 27), sendo que 42,1% possuíam velocidade média entre 0,50 e 2,10m/s e 43,9% entre 2,10 e 5,7m/s (Figura 28). Ao analisar os dados de rajadas de vento para o mesmo período observa-se que, em sua maioria, têm são provenientes de quadrante sul (Figura 29), sendo que

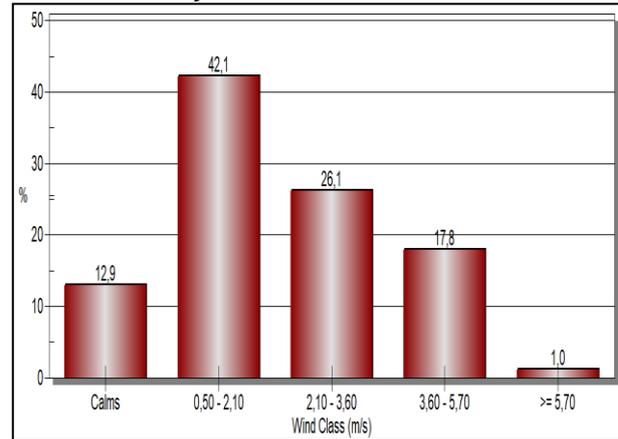
22,6% dos registros apresentaram velocidade média entre 3,60 e 5,70m/s e para quase metade dos registros, 45%, os ventos possuíam velocidade média acima dos 5,70m/ (Figura 30), atingindo velocidade máxima de 14,5 m/s.

Figura 27. Rosa dos Ventos para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 28. Distribuição de frequência de vento para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 29. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.

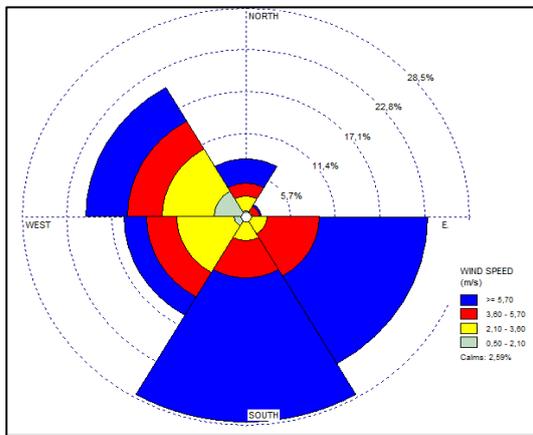
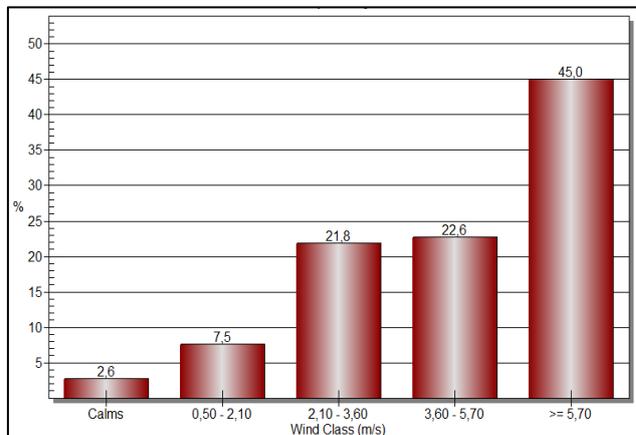


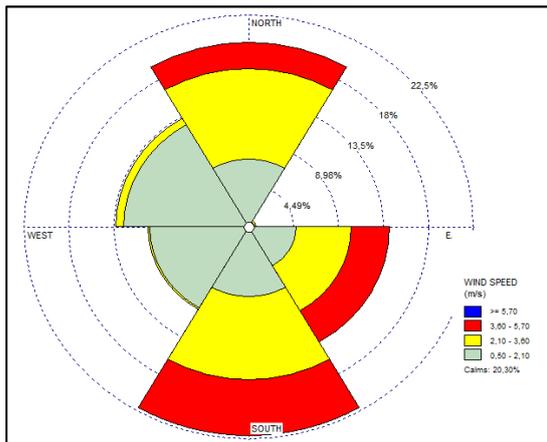
Figura 30. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o dia da inundação costeira no litoral central de SC.



Para o dia posterior às inundações costeiras analisadas observou-se uma grande variação na direção dos ventos, sendo registrados tanto de quadrante sul quanto de quadrante norte (Figura 31), mas sem alteração da velocidade média predominante, situada entre 0,50 e 2,10m/s para 42,3 dos registros (Figura 32). A análise dos dados de rajadas de vento para o mesmo período mostrou que apresentaram diversas direções, mas ainda assim foi observada uma maior

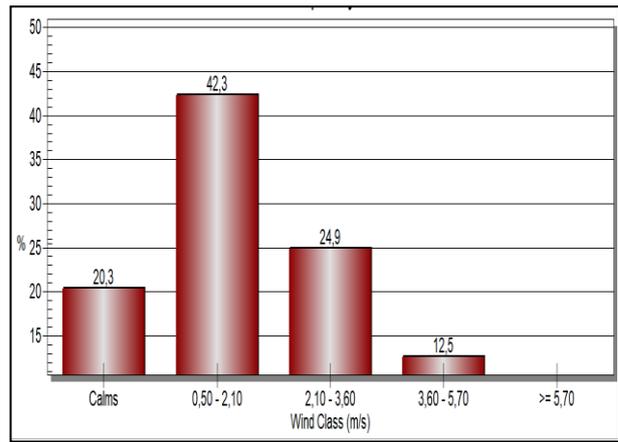
ocorrência de rajadas de quadrante sul (Figura 33), sendo que 18,5% dos registros com velocidade média entre 3,60 e 5,70m/s e para quase metade dos registros, 40,4%, as rajadas de vento possuíam velocidade média acima dos 5,70m/s e (Figura 34), atingindo velocidade máxima de 10,8 m/s.

Figura 31. Rosa dos Ventos para o dia posterior a inundação costeira no litoral central de SC.



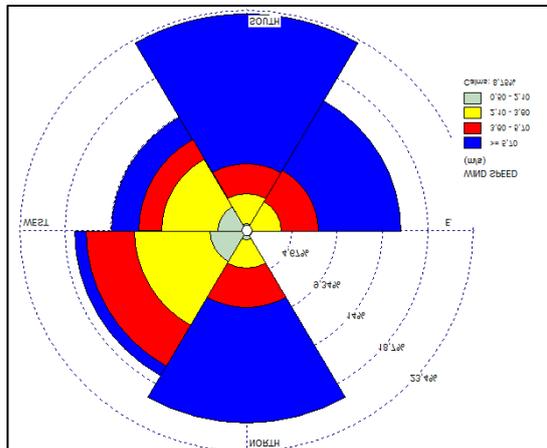
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 32. Distribui o de frequência de vento para o dia posterior a inundação costeira no litoral central SC.



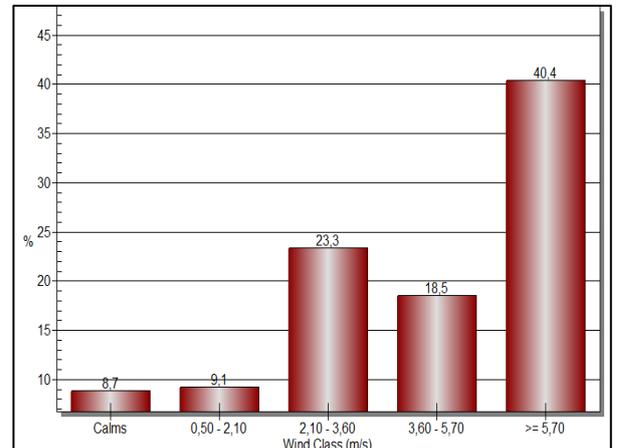
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 33. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral central de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Figura 34. Distribui o de frequência de vento (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral central SC.

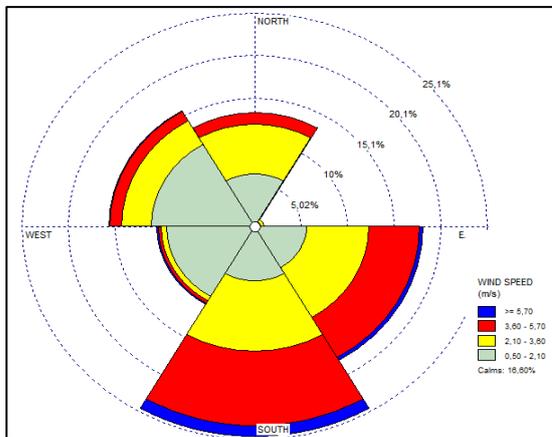


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ainda para compreender o comportamento do vento no litoral central, efetuou-se a análise integrada do dia anterior, do dia da inundação costeira e do dia posterior aos eventos. Nessa análise, observa-se que o vento de quadrante sul e sudeste   predominante (Figura 35) e que a velocidade média do vento   de 0,50 a 2,10m/s em

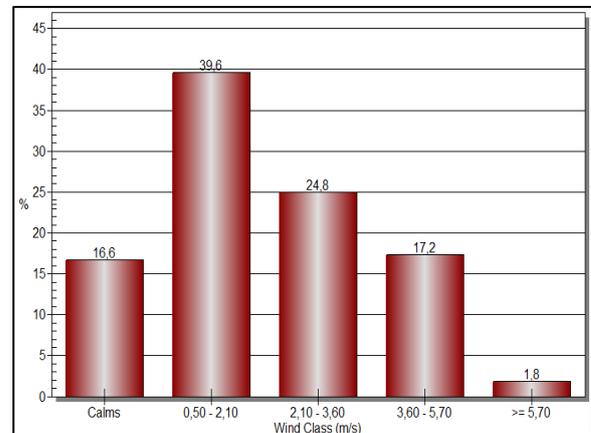
39,6% e de 2,10 a 5,7m/s em 42% dos casos analisados nesta pesquisa. Os picos de velocidade média acima de 5,70m/s são observados em apenas 1,8% dos registros, (Figura 36), concentrando-se no dia anterior ao evento de inundação costeira. Ao analisar os dados de rajadas de vento para o mesmo período, verificou-se o predomínio de direção sul (Figura 37), com velocidade média do vento de 3,60 a 5,70m/s em 21,2% dos casos analisados, e acima de 5,70m/s em 44,1% dos registros (Figura 38).

Figura 35. Rosa dos Ventos para o litoral central de Santa Catarina nos casos de Inundação Costeira.



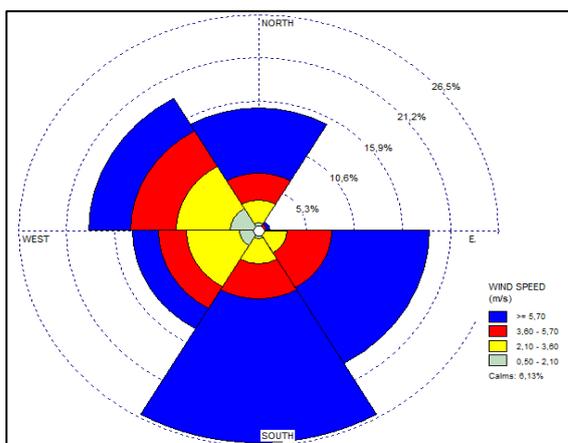
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 36. Distribuição de frequência de vento para os dias de inundação costeira no litoral central de SC (análise integrada dos 3 dias).



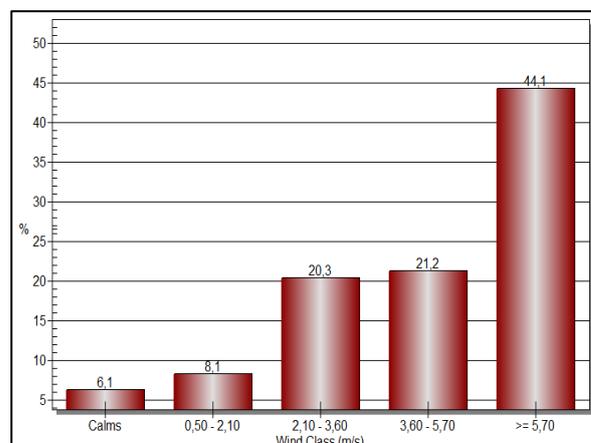
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 37. Rosa dos Ventos (rajada) para o litoral central de Santa Catarina nos casos de Inundação Costeira (análise integrada dos 3 dias).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

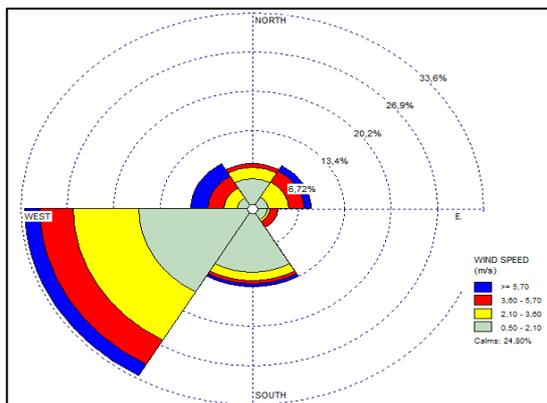
Figura 38. Distribuição de frequência de vento (rajada) para os dias de inundação costeira no litoral central de SC (análise integrada dos 3 dias).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

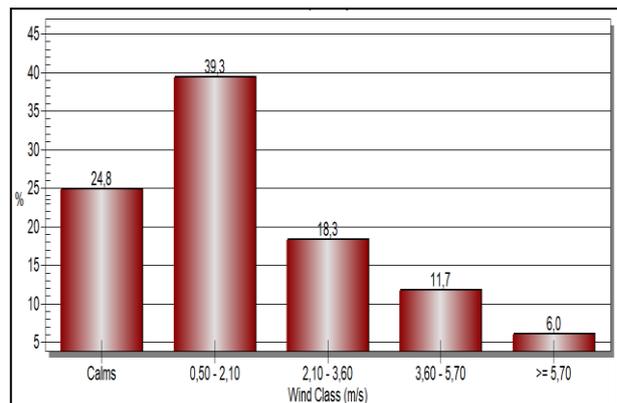
Para o litoral centro-norte, a análise do comportamento do vento mostrou que para o dia anterior às inundações costeiras os ventos foram provenientes de quadrante sudoeste (Figura 39), sendo que 39,3% dos episódios possuíam velocidade média entre 0,50 e 2,10m/s e 30% entre 2,10 a 5,70m/s, com picos de até 5,70m/s ou mais em 6% dos registros (Figura 40). Os dados analisados, mostraram que, para o mesmo período, as rajadas de vento em sua maioria também são de direção sudoeste (Figura 41), sendo que 27,4% dos registros possuíam velocidade média entre 3,60 e 5,70m/s e 29,4% acima dos 5,70m/s (Figura 42), com picos de velocidade de até de 17,9m/s.

Figura 39. Rosa dos Ventos para o dia anterior a inunda o costeira no litoral centro-norte de SC.



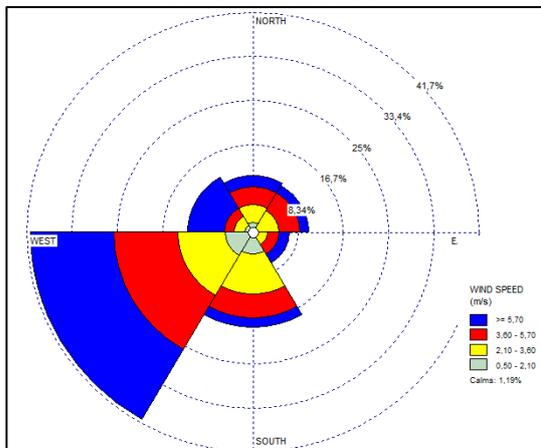
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 40. Distribui o de freq ncia de ventos para o dia anterior a inunda o costeira no litoral centro-norte de SC.



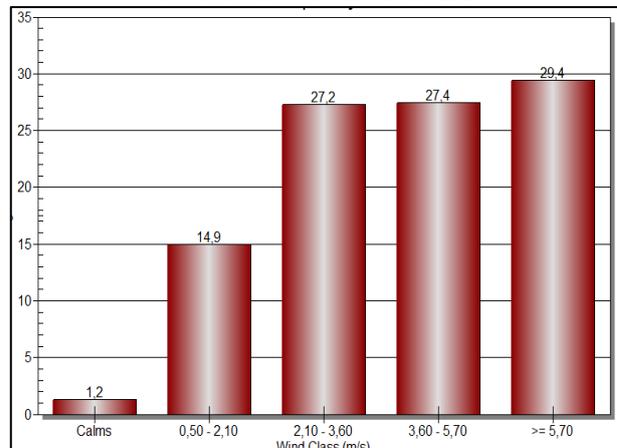
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 41. Rosa dos Ventos (rajadas) para o dia anterior a inunda o costeira no litoral centro-norte de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

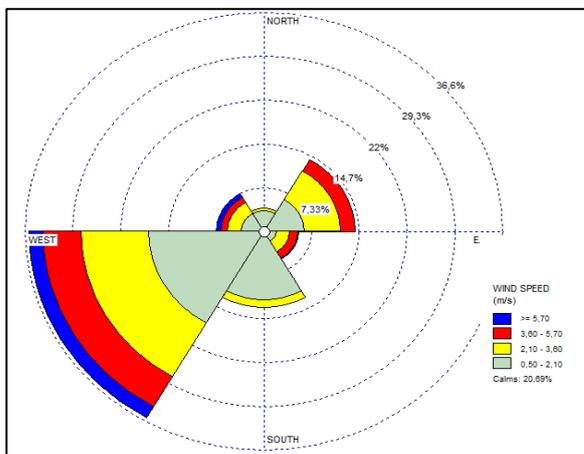
Figura 42. Distribui o de freq ncia de ventos (rajada) para o dia anterior a inunda o costeira no litoral centro-norte de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

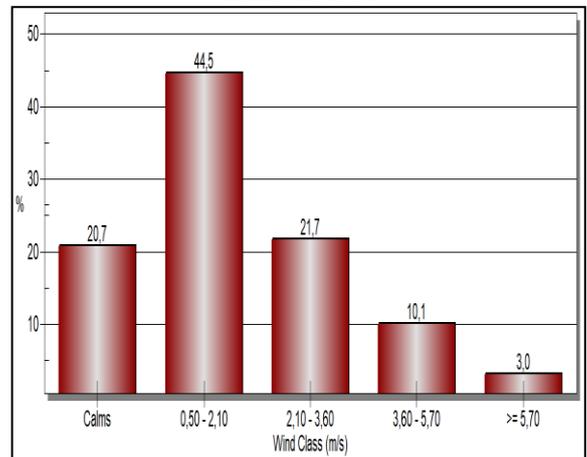
Para o dia de ocorrência das inundações costeiras observou-se que os ventos se mantiveram predominantemente de quadrante sudoeste (Figura 43), sendo que 44,5% possuíam velocidade média entre 0,50 e 2,10m/s e 31,8% atingiram velocidades médias entre 2,10 e 5,7m/s, com picos 5,70m/s ou mais em 3,0% dos casos (Figura 44). A análise dos dados de rajadas de vento, para o mesmo período, mostrou que também foram, em sua maioria, provenientes de quadrante sul, de direção sudoeste, (Figura 45), sendo que 31,1% dos registros possuíam velocidade média entre 31,8% e 31,8% dos com picos de velocidade de até 15,1m/s (Figura 46).

Figura 43. Rosa dos Ventos para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.



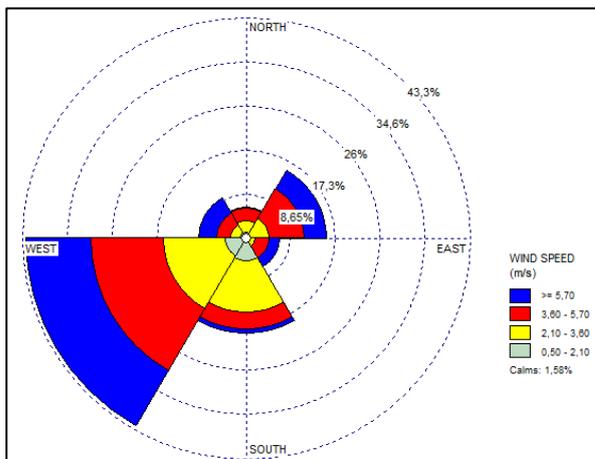
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 44. Distribuição de frequência de ventos para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.



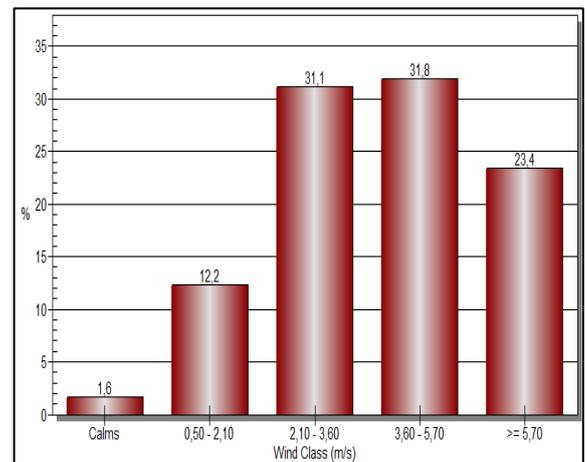
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 45. Rosa dos Ventos (rajadas) para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

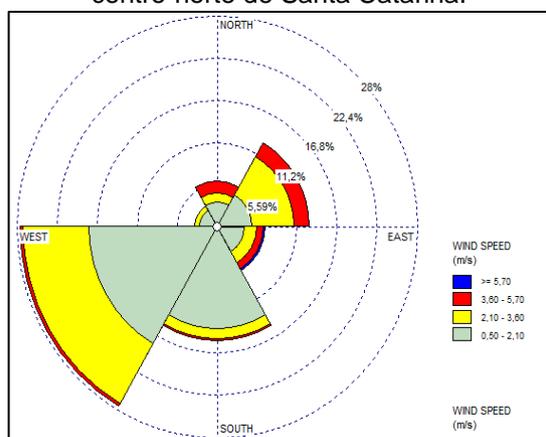
Figura 46. Distribuição de frequência de ventos (rajadas) para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

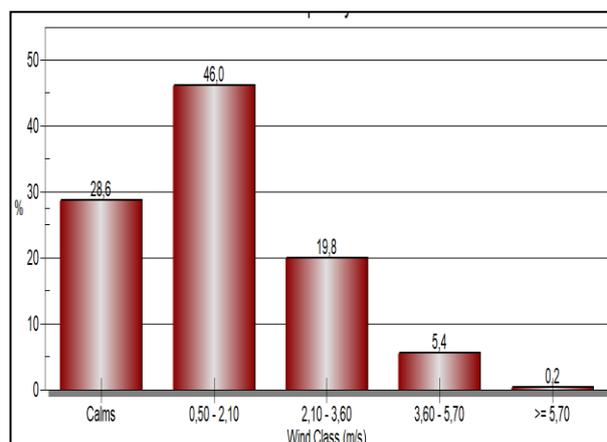
Para o dia posterior às inundações costeiras no litoral centro-norte, observou-se que os ventos continuaram predominantemente de quadrante sudoeste (Figura 47), sem a alteração da velocidade média predominante, com uma porcentagem de 46% dos casos na faixa entre 0,50 e 2,10m/s, seguido de condição de calmaria, com 28,6% dos registros (Figura 48). Ao analisar os dados de rajadas de vento para o mesmo período, observou-se que seguiram predominando de sudoeste (Figura 49), sendo que 33,5% dos registros apresentaram velocidade média entre 2,10 e 3,60m/s e 34,5% entre 3,60 e 5,70m/s (Figura 50), com picos de velocidade de até de 10,1m/s.

Figura 47. Rosa dos Ventos para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.



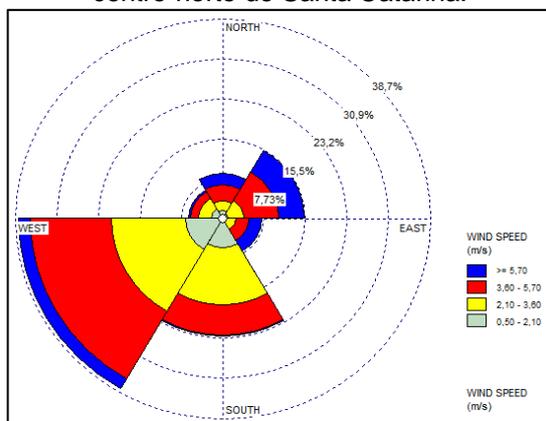
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 48. Distribui o de frequência de vento para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.



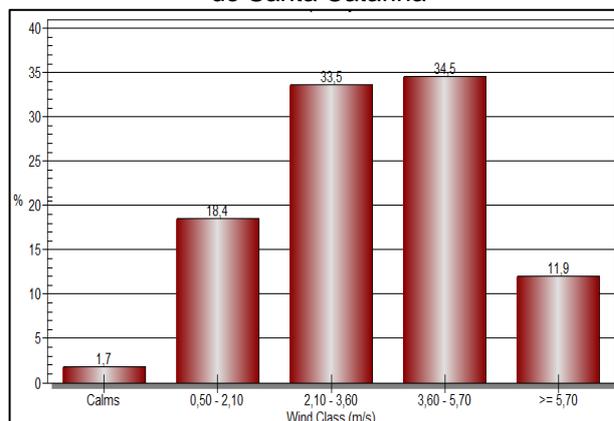
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 49. Rosa dos Ventos (rajada) para o dia posterior a inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 50. Distribui o de frequência de vento para o dia da inundação costeira no litoral centro-norte de Santa Catarina

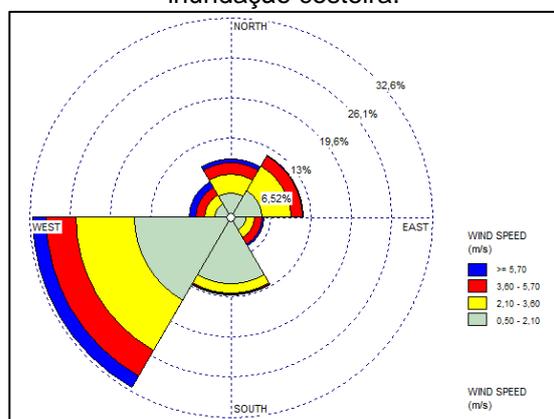


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O levantamento inicial, realizado para todo o estado, permitiu identificar os setores referentes ao litoral central e centro-norte do estado como os de maior ocorrência do fenômeno no estado, definindo esses dois setores como área de estudo da presente pesquisa.

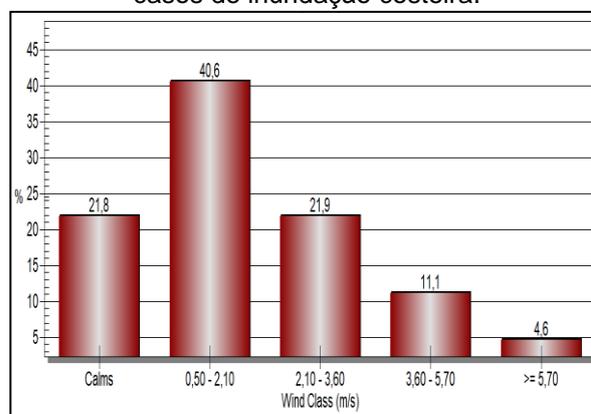
Ainda para compreender o comportamento do vento no litoral centro-norte, assim como para o litoral central, efetuou-se a análise integrada do dia anterior, do dia da inundação costeira e do dia posterior aos eventos. Os resultados obtidos mostraram o predomínio de vento de sudoeste (Figura 51) e que a velocidade média foi de 0,50 a 2,10m/s em 40,6% dos casos analisados, seguido de valores de 2,10 a 3,60m/s e de 3,60 a 5,7m/s, que somam 33% dos registros, com picos de 5,70m/s ou mais em 4,6% dos casos (Figura 52). A análise dos dados de rajadas de vento para o mesmo período mostrou a predominância de ventos de sudoeste (Figura 53), sendo que 30,5% dos registros com velocidade média entre 2,10 e 3,60m/s e 31,4% dos registros com velocidade média entre 3,60 e 5,70m/s (Figura 54).

Figura 51. Rosa dos Ventos para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.



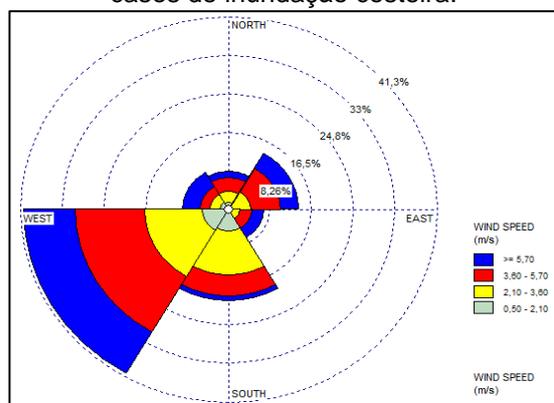
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 52. Distribuição de frequência de vento para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.



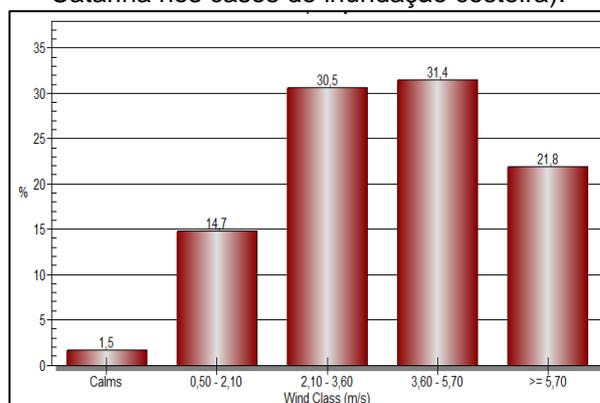
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 53. Rosa dos Ventos (rajada) para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 54. Distribuição de frequência de vento (rajada) para o litoral centro-norte de Santa Catarina nos casos de inundação costeira).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os resultados obtidos na análise dos ventos mostraram o predomínio de atuação de ventos de quadrante sul na costa regional. No litoral central houve predomínio de ventos de sul e sudeste no dia do episódio de inundação e no dia anterior, enquanto no litoral centro-norte do estado, ventos de sudoeste predominaram no dia que precedeu e no de ocorrência dos episódios de inundação costeira, com velocidades máximas de 15,6m/s no primeiro caso, e de 17,9m/s no segundo.

5.4.4 Análise da maré observada

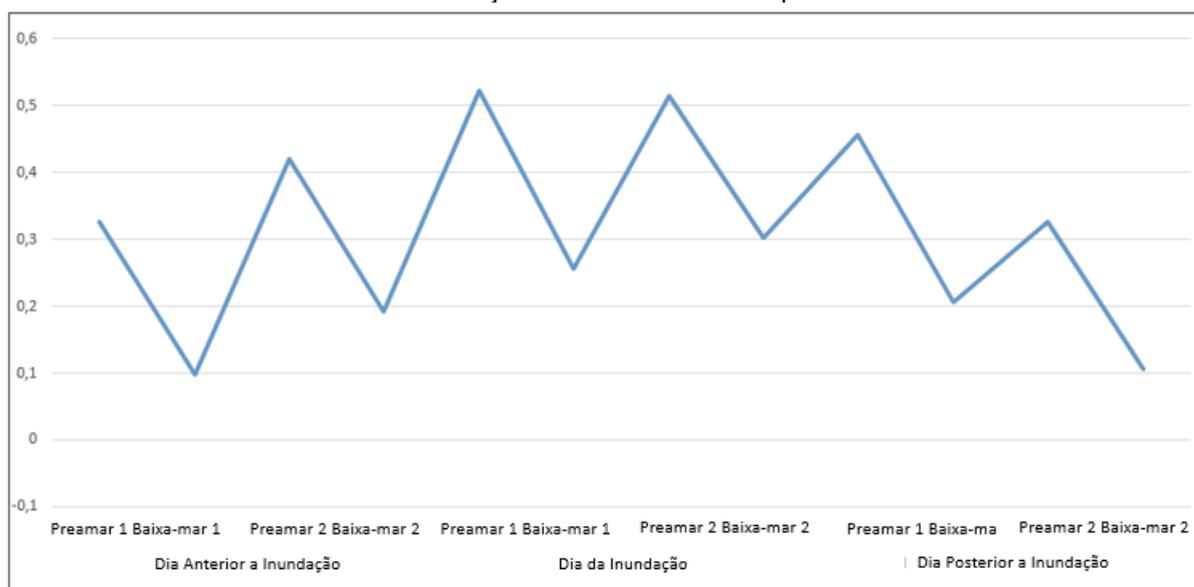
Para ampliar a compreensão da maré meteorológica no litoral central e centro-norte catarinense, efetuou-se a análise do comportamento dos maregramas elaborados para os casos de inundação costeira a partir dos registros de Florianópolis e de Balneário Camboriú, locais onde há marégrafos instalados, representativos de ambos os setores estudados.

Os maregramas, com dados de maré meteorológica (observada e medida), maré astronômica e maré residual para cada caso analisado podem ser conferidos no APÊNDICE F, para Florianópolis e no APÊNDICE G, para o município de Balneário Camboriú. Ressalta-se que para os casos 08 e 09 não houve geração de maregramas, por falta de disponibilidade dados para os episódios desses casos.

As Figura 55 e Figura 56 mostram os valores médios para a maré residual observada nas preamares e na baixa-mares do dia anterior, posterior e no dia de registro dos casos de inundação costeira analisados nos setores central e centro norte do litoral catarinense.

No litoral central, os resultados obtidos para Florianópolis mostraram valores médios positivos para a maré residual, de origem meteorológica, em todos os casos analisados no litoral central, atingindo, no dia da inundação, valores médios na preamar da ordem de 0,51 e 0,52m. Nesse setor, os picos de maré residual no dia da inundação atingiram 0,80m, 0,93m e 1,13m, respectivamente nos casos 11, 19, e no caso 12.

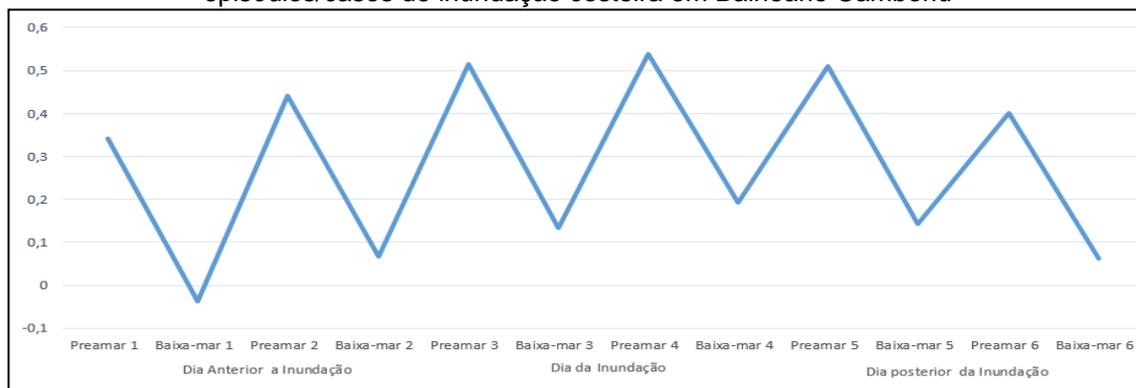
Figura 55. Valores médios de maré residual nas preamares e baixa-mares durante os episódios/casos de inundação costeira em Florianópolis.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No litoral centro norte, os resultados obtidos para Balneário Camboriú, mostraram valores médios positivos para a maré residual, de origem meteorológica, em todos os casos analisados no litoral centro norte, atingindo, no dia da inundação, valores médios na preamar da ordem de 0,51 e 0,53m. Nesse setor, os picos de maré residual no dia da inundação atingiram 0,85m, 0,99m e 1,13m, respectivamente nos casos 11, 19, e no caso 12.

Figura 56 . Valores médios de maré residual nas preamares e baixa-mares durante os episódios/casos de inundação costeira em Balneário Camboriú



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Comparativamente, nota-se que os valores médios mínimos de maré residual positiva foram menores no setor centro-norte, em comparação ao setor central, da ordem de -0,03m no primeiro caso e 0,1m no segundo.

Considerando a análise dos ventos realizada, que mostrou o predomínio de ventos de quadrante sul durante os episódios de inundação costeira em estudo e a análise dos maregramas para os dois setores do litoral, os resultados obtidos corroboram a ocorrência de empilhamento da água do mar na costa catarinense decorrente da atuação de ventos de quadrante sul, conforme indicado por diferentes autores (TRUCOLLO, 1998, VANZ *et al.*, 2015).

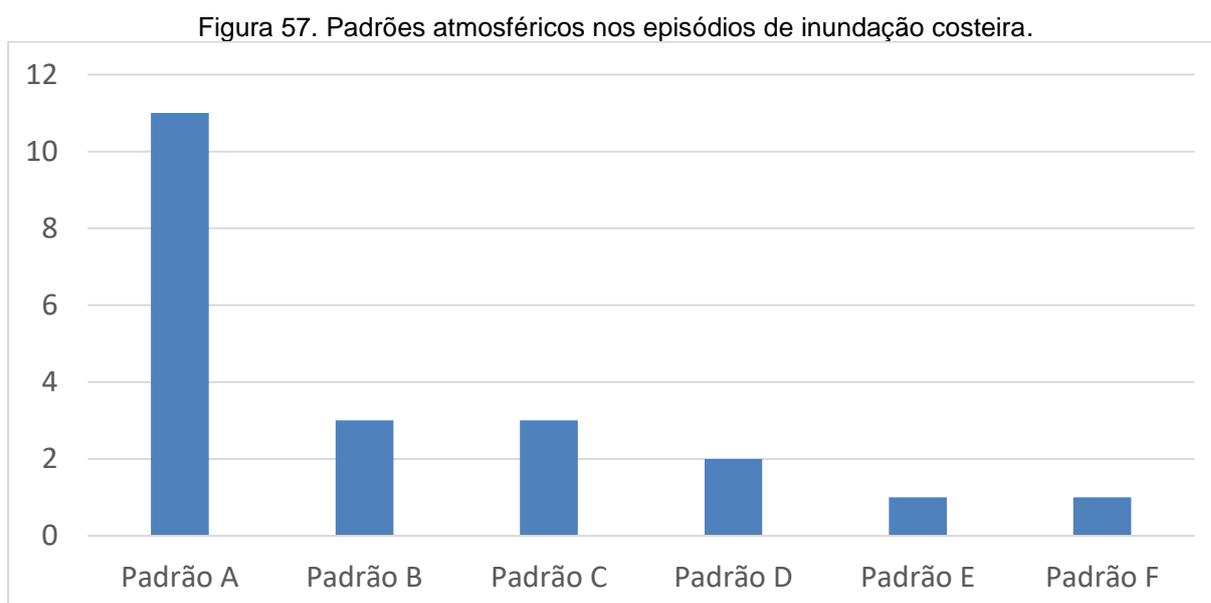
5.4.5 Padrões atmosféricos e inundações costeiras

Por último, a partir das cartas sinóticas disponibilizadas pela CPTEC/INPE para os períodos das inundações analisadas entre 2014 e 2019, foi realizada uma análise sinótica, com o diagnóstico da atmosfera no dia anterior, no dia da inundação costeira e no dia posterior aos eventos, buscando entender a dinâmica dos sistemas meteorológicos atuantes no Sul do Brasil nas ocorrências de inundações costeiras analisadas para o litoral de Santa Catarina.

Analisando as cartas sinóticas elaboradas pelo CPETC, Figura 58 a Figura 78, percebeu-se que, embora a atmosfera tenha apresentado características semelhantes de comportamento, foi possível identificar seis padrões diferentes envolvendo os 21 episódios de inundação costeira identificados nesta pesquisa,

denominados, por ordem crescente de ocorrência de padrão A a F durante os episódios de inundação analisados.

Conforme ilustrado pela Figura 57, o padrão A foi o mais recorrente, estando presente em 11 dos episódios de inundação costeira em análise, seguido dos padrões B e C, associados a três episódios cada. O padrão D esteve presente em dois episódios de inundação costeira e os padrões E e F, atuaram, ambos, em um episódio.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

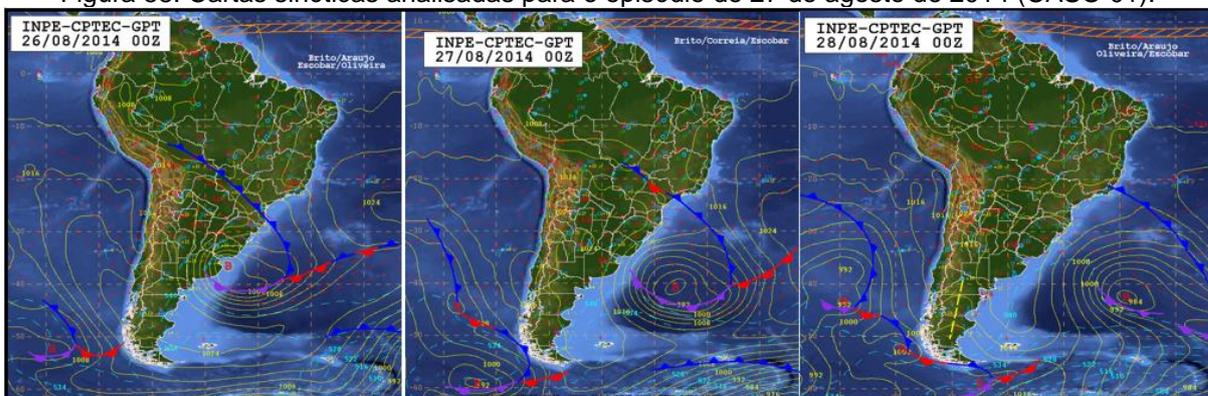
Os diferentes padrões identificados são descritos abaixo, acompanhados das respectivas cartas sinóticas:

Padrão A: Nesta configuração atmosférica, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, identificou-se a presença de um ciclone no litoral da Argentina, associado a uma Frente Fria entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Verificou-se a ocorrência de processo de oclusão e aprofundamento do ciclone em alto mar, no Atlântico Sul, na altura da Argentina, com a frente fria/semi-estacionária se desenvolvendo na sequência entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Posteriormente, foi observado o afastamento do ciclone para alto mar, com registro, em alguns casos, de ramo frontal no estado do Espírito Santo.

As figuras 58 a 68, apresentam as cartas sinóticas analisadas e identificadas como padrão atmosférico A. Nota-se que este padrão atmosférico, presente em mais da metade dos 21 episódios de inundação costeira analisados, ocorreu predominantemente durante o inverno, com 8 casos (casos 01, 04, 11, 13, 14, 16, 18 e 20), com destaque para o mês de agosto, seguido do outono com 2 casos e primavera com apenas 1 caso.

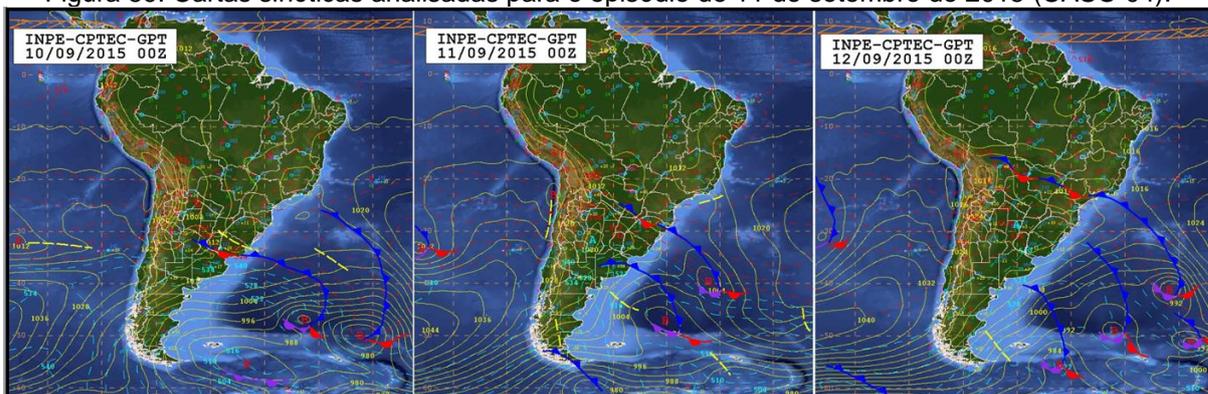
Dos 11 casos identificados no padrão A, 7 atuaram em presença de maré de sizígia (lua nova: casos 01, 06, 14, 16 e 20/ lua cheia: casos 11 e 18).

Figura 58. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 27 de agosto de 2014 (CASO 01).



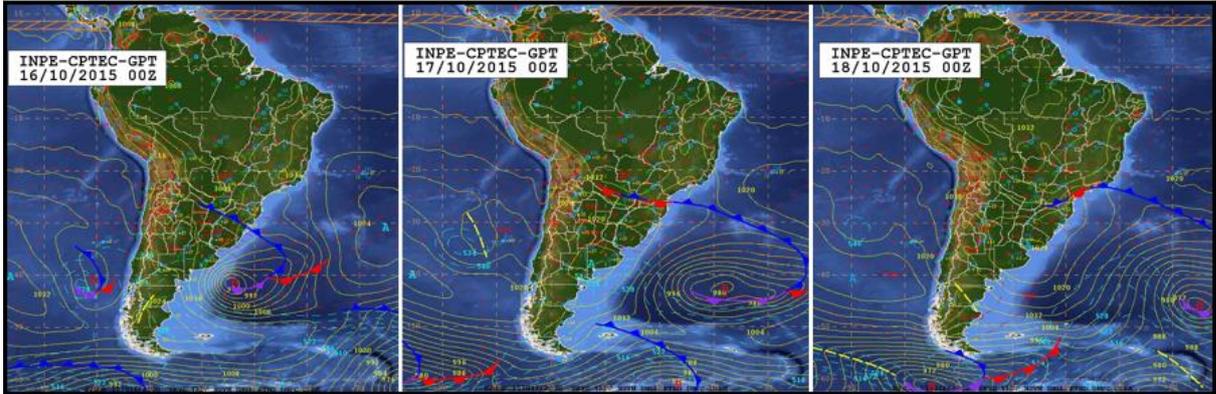
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 59. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 11 de setembro de 2015 (CASO 04).



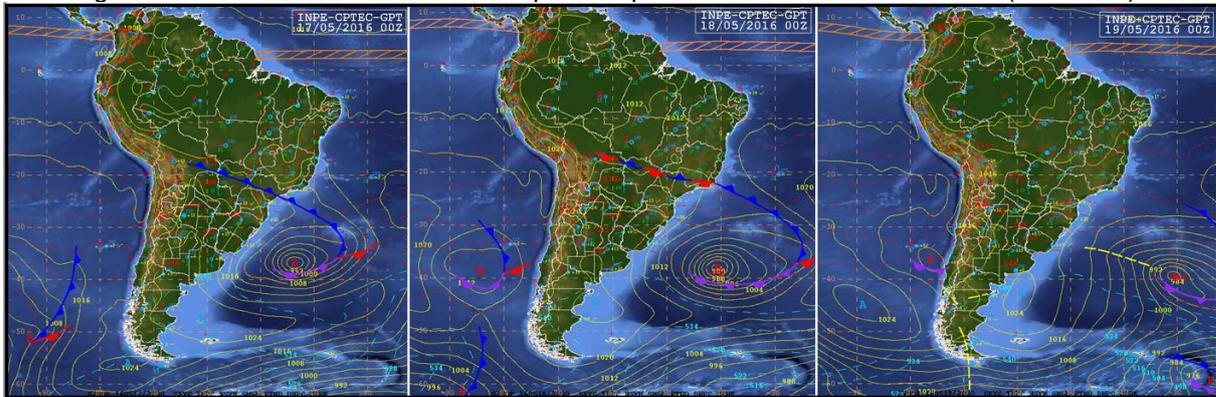
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 60. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 17 de outubro de 2015 (CASO 06).



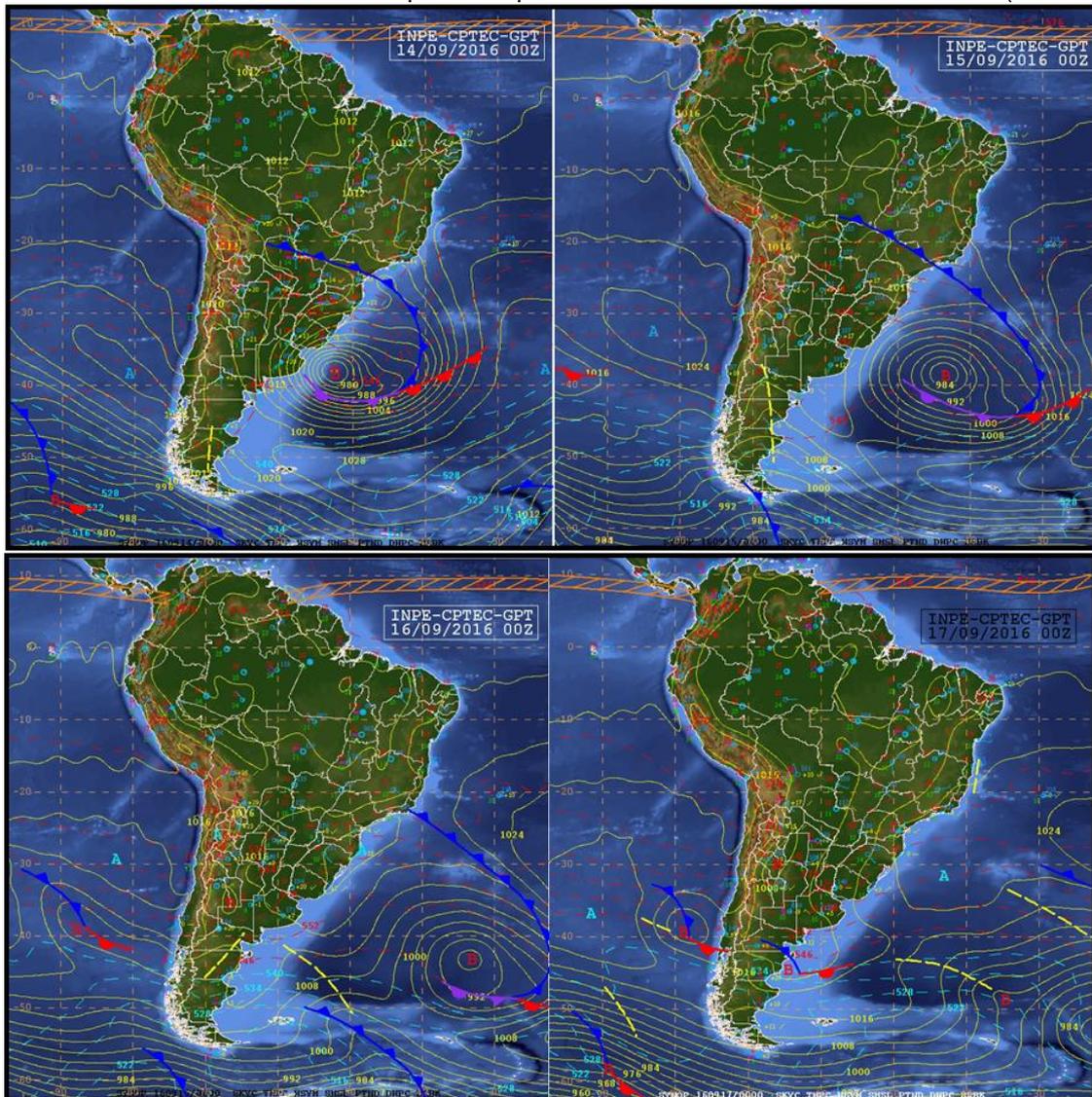
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 61. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 18 de maio de 2016 (CASO 07).



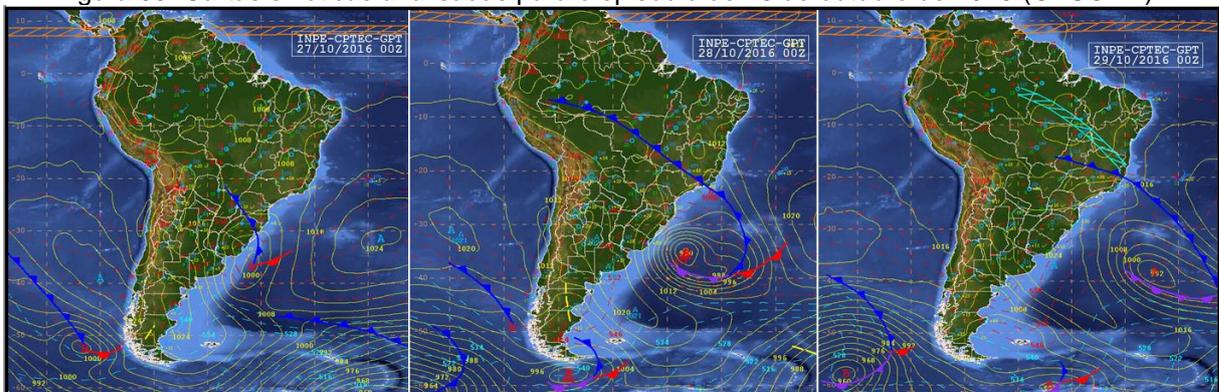
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 62. Cartas sinóticas analisadas para os episódios de 15 e 16 de setembro de 2016 (CASO 11).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 63. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 28 de outubro de 2016 (CASO 12).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 64. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 21 de agosto de 2017 (CASO 13).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 65. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 14 de junho de 2018 (CASO 14).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 66. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 10 e 11 de agosto de 2018 (CASO 16).

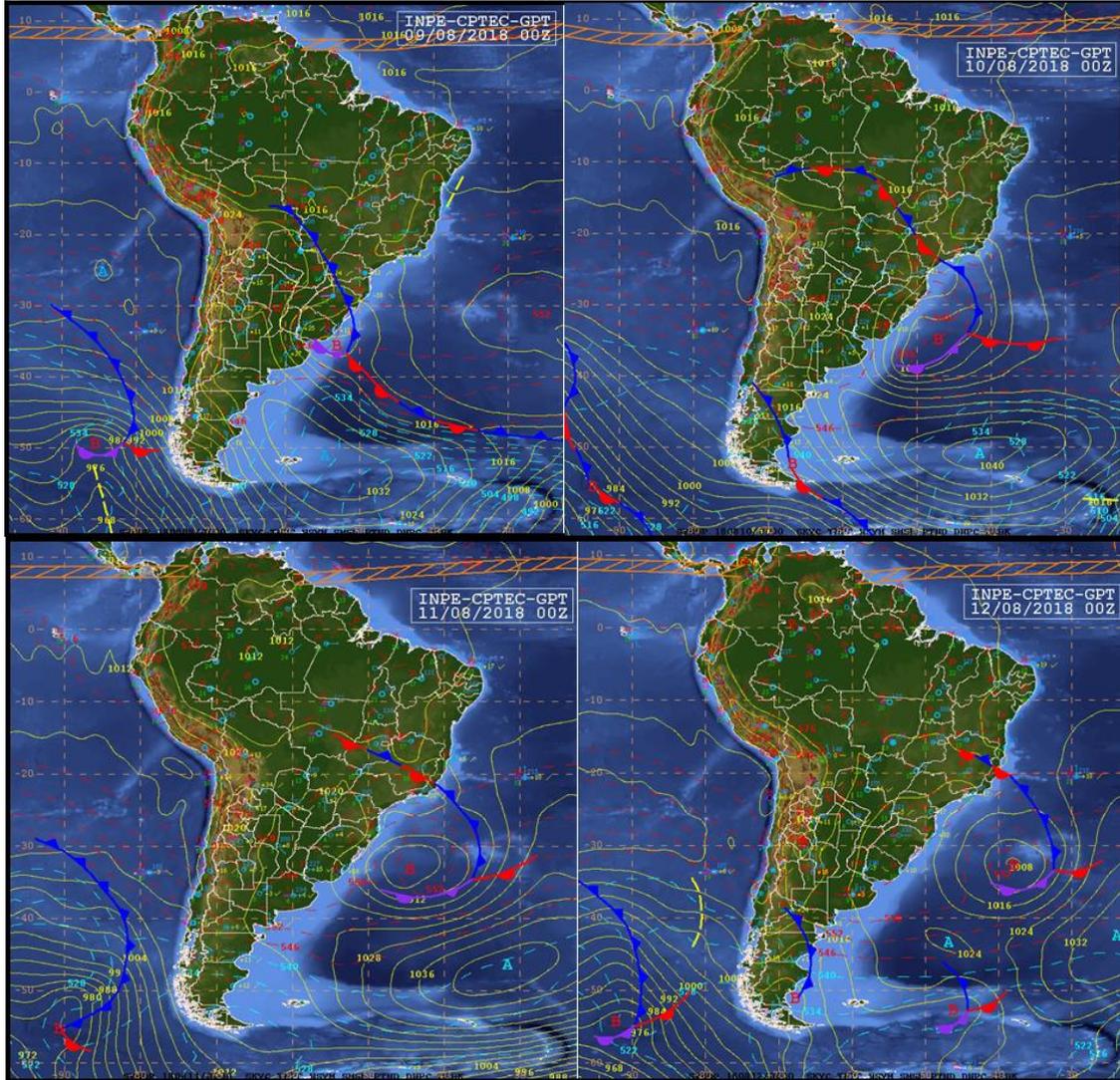
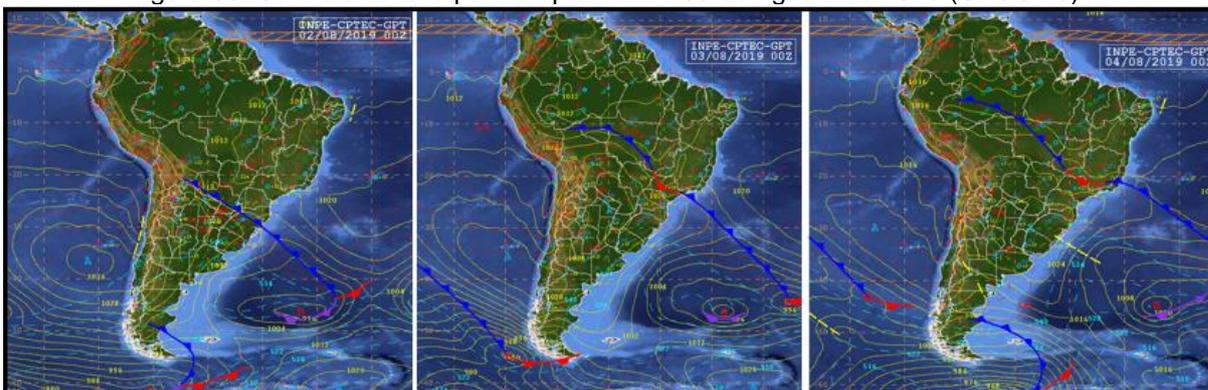


Figura 68. Cartas sinóticas para o episódio de 03 de agosto de 2019 (CASO 20).



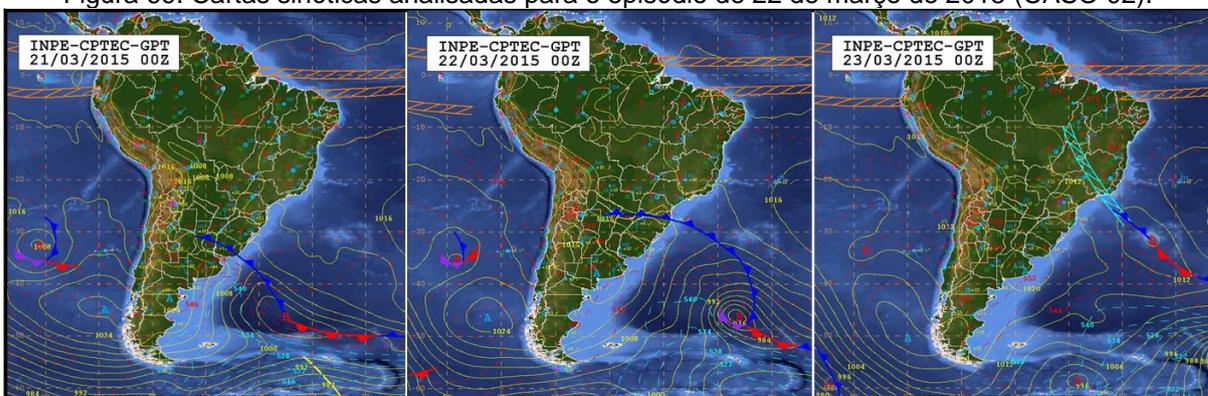
Fonte: CPTEC/INPE

Padrão B: Neste padrão atmosférico, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, observou-se um processo de frontogênese no Uruguai com a presença de um ciclone no Oceano Atlântico Sul. Na sequência tem-se o aprofundamento e afastamento do ciclone para alto mar, com o sistema frontal localizando-se entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, com a presença de um sistema de Alta Pressão na Argentina.

As cartas sinóticas identificadas como padrão atmosférico B são apresentadas nas figuras 69 a 71. Esse padrão atmosférico esteve presente em 3 casos de inundação costeira analisados, predominando durante o inverno, com dois casos (caso 03 e 21), seguido de um caso no outono (caso 02).

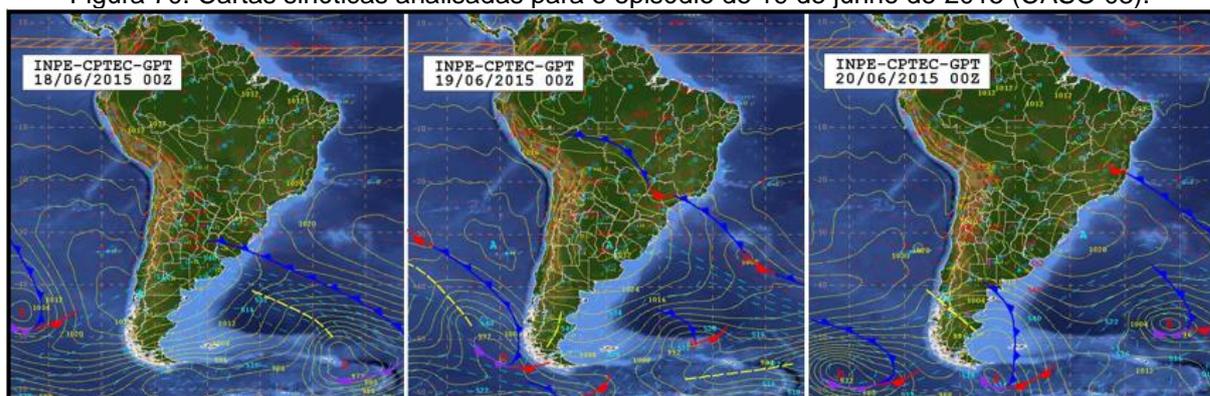
Dos 03 casos identificados no padrão B, 2 foram em maré de sizígia (ambos em lua nova: casos 02 e 03).

Figura 69. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 22 de março de 2015 (CASO 02).



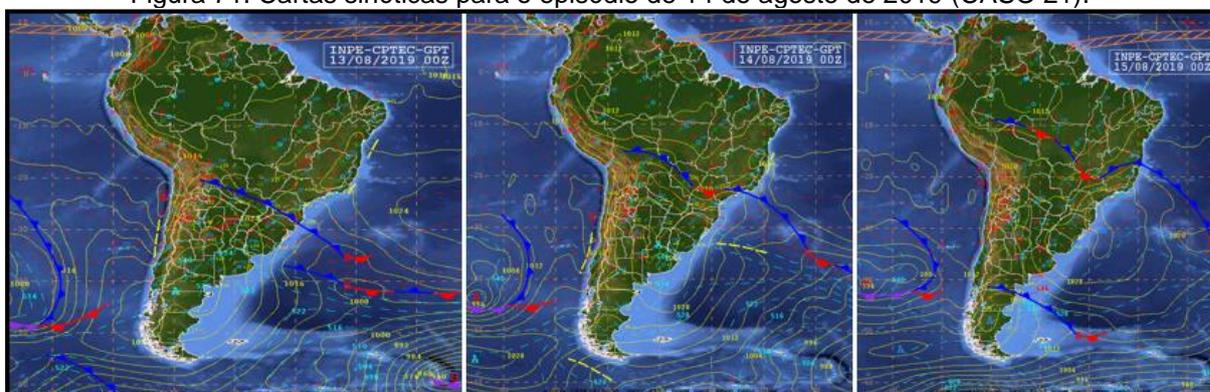
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 70. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 19 de junho de 2015 (CASO 03).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 71. Cartas sinóticas para o episódio de 14 de agosto de 2019 (CASO 21).



Fonte: CPTEC/INPE

Padrão C: Nesta configuração atmosférica, registra-se, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, a presença de uma frente semi-estacionária na altura do Sul do Brasil, podendo, em alguns casos, haver a formação de um ciclone na altura do litoral da Argentina, com formação de um ramo frontal entre Paraná e São Paulo. As Figura 72 a Figura 74 apresentam as cartas sinóticas referentes a esse padrão atmosférico.

Esse padrão, assim como o padrão atmosférico B, atuou durante 3 dos casos de inundação costeira em estudo, também com predomínio de ocorrência durante o inverno, com dois casos (caso 15 e 19), e um caso na primavera (caso 05).

Dos 03 casos identificados no padrão C, 2 atuaram em período de maré de sizígia (lua nova: casos 19/ lua cheia: caso 05).

Figura 72. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 28 de setembro de 2015 (CASO 05).



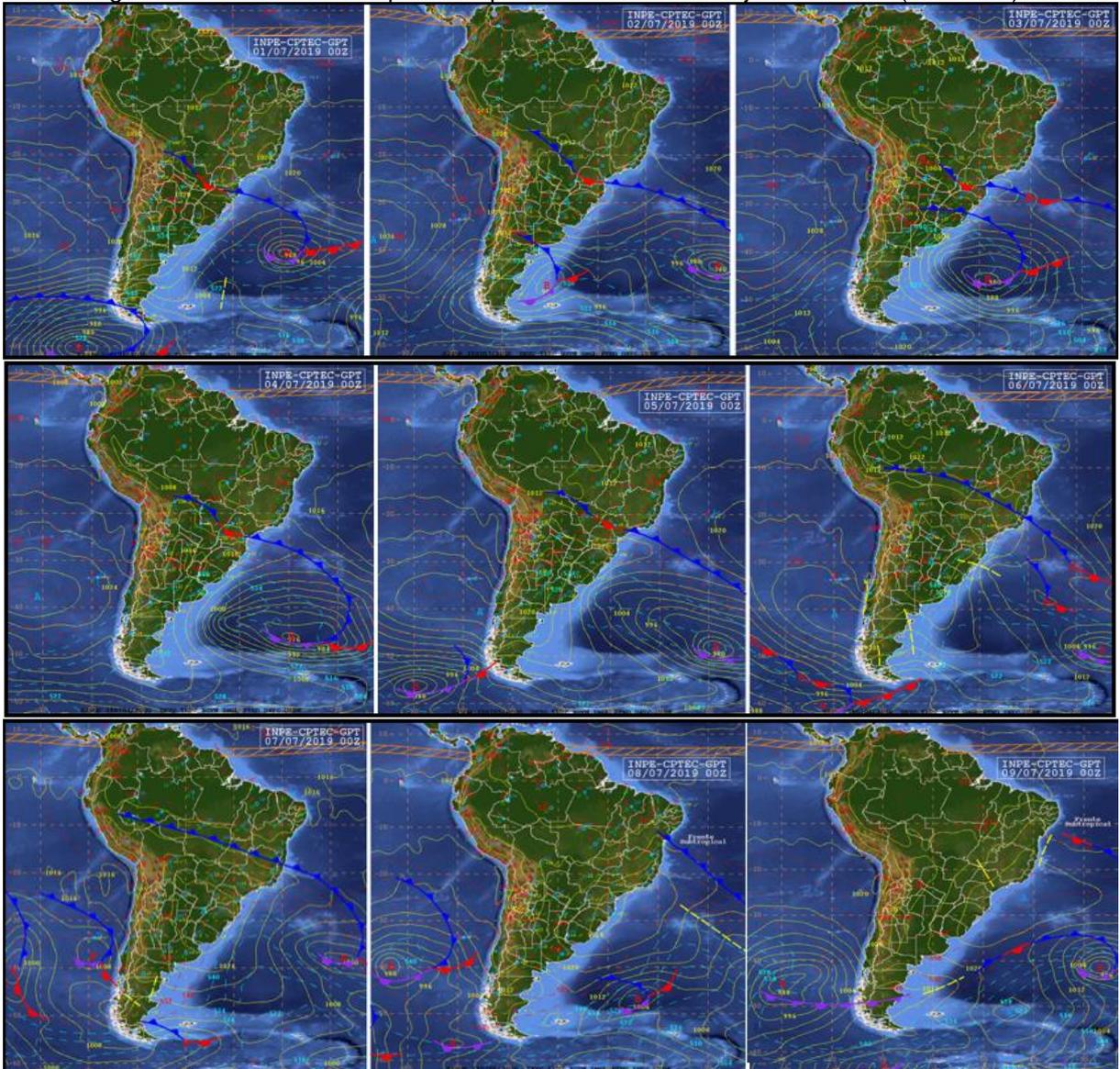
Fonte: CPTEC/INPE

Figura 73. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 26 de junho de 2018 (CASO 15).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 74. Cartas sinóticas para os episódios de 02 a 08 de julho de 2019 (CASO 19).



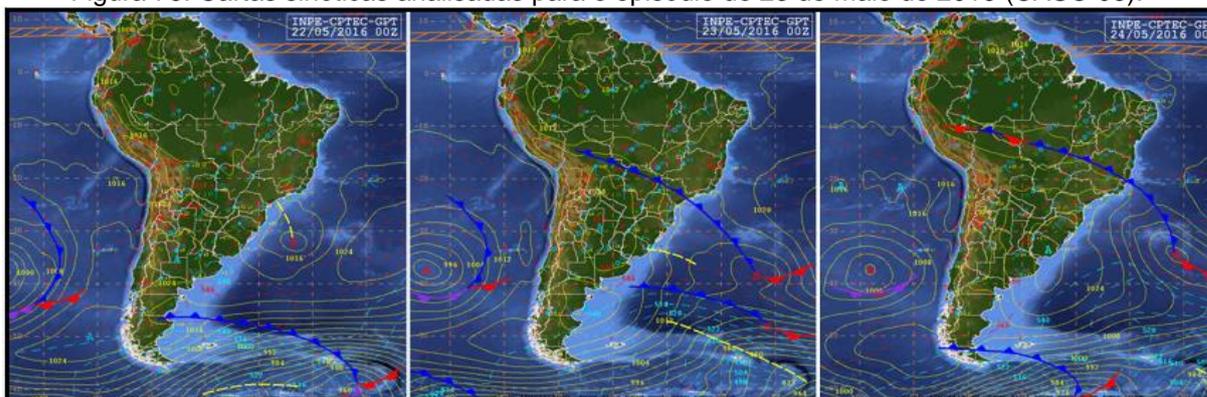
Fonte: CPTEC/INPE

Padrão D: Neste padrão atmosférico identificou-se, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, a presença de um ciclone na altura do litoral do estado do Rio Grande do Sul com aprofundamento em alto mar, dando origem a uma frente fria entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Destaca-se que em alguns casos, há a presença de um sistema de alta pressão, intenso, no extremo sul da Argentina.

As Figura 75 e Figura 76 mostram as cartas sinóticas relacionadas a esse padrão, identificado em dois dos episódios de inundação costeira analisados (caso 08 e 10), sendo um no outono e outro no inverno.

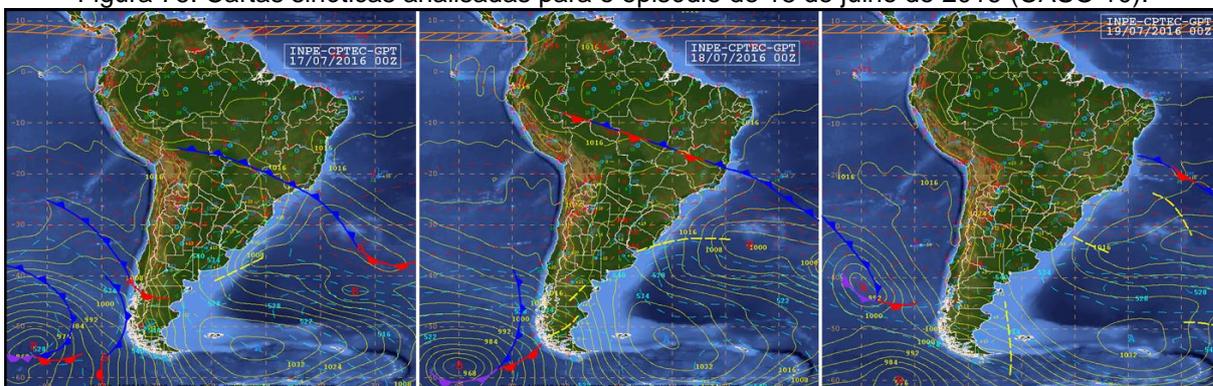
Dos 02 casos identificados no padrão D, apenas um foi em maré de sizígia (lua cheia: casos 08).

Figura 75. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 23 de maio de 2016 (CASO 08).



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 76. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 18 de julho de 2016 (CASO 10).

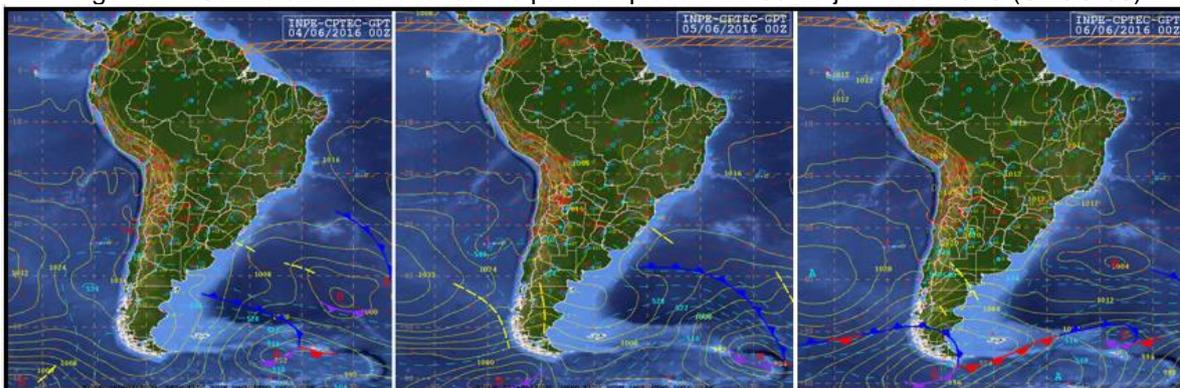


Fonte: CPTEC/INPE

Padrão E: Nesse padrão atmosférico identificou-se, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, a presença de um cavado (área alongada de baixa pressão) entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina originando um ciclone em alto mar na altura da costa do Uruguai (Figura 77).

Apenas um caso foi identificado no padrão atmosférico E, e o mesmo ocorreu no inverno, em período de maré de sizígia (lua nova: casos 09).

Figura 77. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 05 de junho de 2016 (CASO 09).

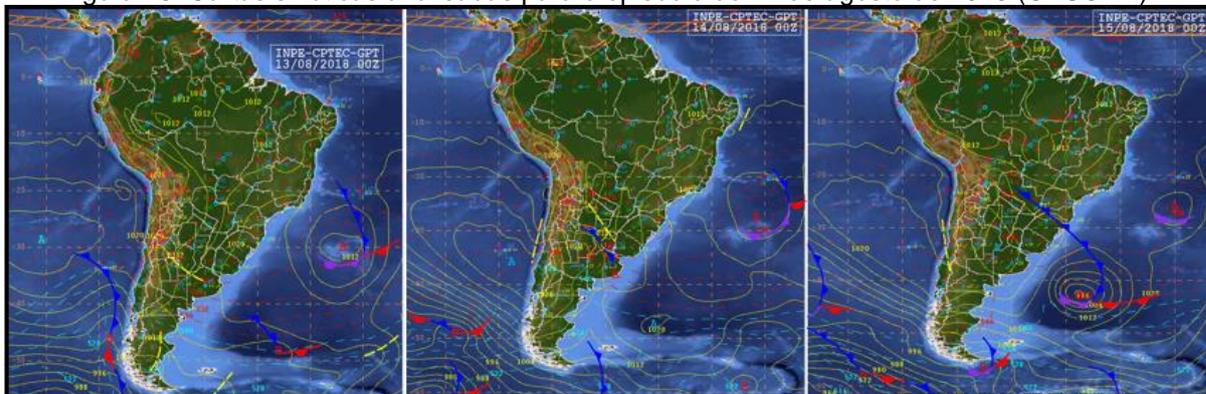


Fonte: CPTEC/INPE

Padrão F: Nesta configuração atmosférica, registra-se, entre o dia anterior e o dia da inundação costeira, identificou-se a presença de um cavado na Argentina dando origem a uma Frente Fria entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina com ciclone na altura do litoral Argentino (Figura 78).

Apenas um caso foi identificado no padrão atmosférico F, ocorrido no inverno e em período de maré de sizígia (lua nova: casos 17).

Figura 78. Cartas sinóticas analisadas para o episódio de 14 de agosto de 2018 (CASO 17).



Fonte: CPTEC/INPE

Dos 21 episódios de inundação costeira analisados nesta pesquisa, identificou-se que 52,4% deles enquadra-se no padrão A, sendo este o padrão atmosférico mais recorrente. Os padrões atmosféricos B e C, são também frequentes no litoral central e centro-norte de Santa Catarina, ocorrendo, respectivamente, em 14% dos episódios de inundação costeira analisados.

As análises realizadas permitiram a elaboração de um quadro síntese, a partir das informações coletas e analisadas durante a elaboração da pesquisa. O quadro 1 mostra os dados encontrados tanto para o litoral central quanto para o litoral centro-norte, organizados a partir dos padrões atmosféricos identificados na pesquisa.

Quadro 1. Dados encontrados nos casos de inundação costeira no litoral central de Santa Catarina.

(continua)

Data	Caso	Padrão Atmosférico	Local da inundação	Fase da Lua	Previsão de Ressaca (dia anterior)	Previsão de Ressaca (dia do evento)	Previsão de alagamentos costeiros (dia anterior)	Previsão de alagamentos costeiros (dia do evento)	Chuva no dia da inundação	Média Direção Vento		Velocidade média / maior rajada Vento* (m/s)		Média Maré Residual**
										Fpolis	Balneário Camboriú	Fpolis	Balneário Camboriú	
27/08/2014	1	A	Florianópolis	Nova	Não	Sim	Não	Não	Não	190°	-	0,9/8,4	-	0,33
11/09/2015	4	A	Florianópolis e Palhoça	Crescente	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	175°	-	2,5/12,6	-	0,29
17/10/2015	6	A	Itajaí	Nova	Sim	Sim	Não	Não	Sim	-	144°	-	1,2/5,4	0,22
18/05/2016	7	A	Florianópolis	Minguante	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	198°	-	1,7/8,6	-	0,51
15/09/2016	11	A	Florianópolis, Palhoça, Biguaçu, Tijucas, Balneário Camboriú, Bombinhas e Itajaí	Cheia	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	193°	185°	2,0/9,3	2,2/9,4	0,34/0,28
16/09/2016			Florianópolis, Palhoça, Biguaçu, Balneário Camboriú, Bombinhas e Itajaí							203°	147°	2,0/10,2	1,4/8,2	
28/10/2016	12	A	Florianópolis, Tijucas, Balneário Camboriú e Itajaí	Crescente	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	213°	229°	3,2/14,5	4,3/15,1	0,42/0,35
21/08/2017	13	A	Balneário Camboriú e Itajaí	Minguante	Sim	Não	Sim	Não	Não	-	189°	-	1,5/8,0	0,19
14/06/2018	14	A	Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí	Nova	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	191°	222°	2,0/9,2	1,5/5,3	0,25/0,27
10/08/2018	16	A	Florianópolis e Itajaí	Minguante	Não	Sim	Não	Sim	Não	240°	253°	2,4/9,3	4,7/15,0	0,21
11/08/2018			Florianópolis, Itajaí e Bombinhas	Nova	Sim	Não	Sim	Não	Não	160°	225°	1,6/8,8	2,5/10,9	
26/08/2018	18	A	Florianópolis e Balneário Camboriú	Cheia	Sim	Sim	Não	Não	Sim	207°	183°	2,1/7,7	2,0/7,6	0,23/0,22
03/08/2019	20	A	Florianópolis	Nova	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	199°	-	1,4/6,5	-	0,26
22/03/2015	2	B	Florianópolis e Palhoça	Nova	Não	Não	Não	Não	Não	195°	-	1,9/11,2	-	0,22

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

(conclusão)

Data	Caso	Padrão Atmosférico	Local da inundação	Fase da Lua	Previsão de Ressaca (dia anterior)	Previsão de Ressaca (dia do evento)	Previsão de alagamentos costeiros (dia anterior)	Previsão de alagamentos costeiros (dia do evento)	Chuva no dia da inundação	Média Direção Vento		Velocidade média / maior rajada Vento* (m/s)		Média Maré Residual**	
										Fpolis	Balneário Camboriú	Fpolis	Balneário Camboriú		
19/06/2015	3	B	Florianópolis	Nova	Sim	Sim	Não	Não	Não	233°	-	1,5/11,5	-	0,22	
14/08/2019	21	B	Balneário Camboriú	Minguante	Sim	Sim	Não	Não	Não	-	192°	-	1,2/5,4	0,36	
28/09/2015	5	C	Balneário Camboriú	Cheia	Não	Não	Não	Não	Sim	-	141°	-	2,1/10,7	0,03	
26/06/2018	15	C	Florianópolis	Minguante	Não	Não	Não	Não	Sim	205°	-	2,1/7,4	-	0,31	
02/07/2019	19	C	Itajaí	Nova	Não	sim	Não	Não	Não	-	218°	-	1,0/4,5	00,38/0,39	
03/07/2019			Florianópolis		Não	sim	Não	Não	Não	Não	204°	-	1,9/9,6		-
04/07/2019			Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí		Não	Não	Não	Não	Não	Não	193°	175°	2,2/8,7		1,6/7,0
05/07/2019			Florianópolis e Balneário Camboriú		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	234°	236°	1,8/12,9		3,2/14,0
06/07/2019			Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	117°	250°	1,6/9,0		3,0/10,2
07/07/2019			Florianópolis		Não	Não	Não	Não	Não	Não	107°	-	1,4/3,7		-
08/07/2019			Florianópolis		Não	Não	Não	Não	Não	Não	222°	-	1,3/6,6		-
23/05/2016			8		D	Itajaí	Cheia	Sim	Sim	Não	Não	Não	-		210°
18/07/2016	10	D	Florianópolis	Minguante	Sim	Sim	Não	Sim	Não	204°	-	1,6/8,3	-	0,27	
05/06/2016	9	E	Florianópolis	Nova	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	Não	167°	-	2,2/10,0	-	-	
14/08/2018	17	F	Florianópolis	Nova	Não	Não	Não	Não	Não	200°	-	1,7/9,4	-	0,00	

(*) Valor máxima e média do vento para o dia da inundação.

(**) Valor médio da maré residual para o dia da inundação.

Ressalta-se no litoral central a atuação dos seis padrões atmosféricos identificados para os casos de inundação costeira em análise, ocorridos entre 2014 e 2019, sendo este o único setor do litoral onde os padrões E e F foram identificados, com uma ocorrência cada. Por sua vez, o padrão atmosférico D esteve associado a dois dos casos de inundação analisados, com uma ocorrência em cada um dos dois setores do litoral estudados. Em relação aos padrões B e C, também atuaram predominantemente nos casos de inundação ocorridos unicamente no litoral central, ambos com dois casos, contra um caso cada no litoral centro-norte. Nota-se ainda que o padrão atmosférico A, mais recorrente, predominou nos casos de inundação costeira que afetaram unicamente o litoral central, com quatro casos, o dobro de ocorrências associadas unicamente ao litoral centro-norte. Considerando os dois setores esse padrão atmosférico atuou durante cinco casos de inundação costeira.

Os resultados obtidos mostram que os padrões atmosféricos A, B e C identificados, juntos, estão envolvidos em 80% dos casos de inundação costeira, correspondendo a 17 dos 21 casos analisados. Destes a maioria ocorreu em período de maré de sizígia, com 11 casos, em presença de ventos de quadrante sul e atuação de maré meteorológica na costa regional. Como mostra os quadros 1 e 2, os episódios de inundação costeira com valor médio de maré residual positiva acima de 0,25m no dia da inundação estiveram associados principalmente ao padrão atmosférico A. Este padrão também esteve associado aos maiores picos de maré meteorológica, com valores de maré residual positiva em ambos os setores do litoral estudados entre 0,80m e 1,15m de acima da maré prevista.

Considerando a maior recorrência dos padrões atmosféricos A, B e C nos casos de inundação costeira analisados para o litoral central e centro-norte de Santa Catarina entre 2014 e 2019, um quadro síntese envolvendo esses três padrões e o comportamento das demais variáveis analisadas nessa pesquisa é apresentado no APÊNDICE H. As informações sintetizadas nesse quadro poderão contribuir para o aprimoramento do monitoramento da dinâmica atmosférica em escala regional voltado à emissão de alerta precoce para o risco de inundação costeira na área de estudo e, conseqüentemente, para a redução dos impactos causados por esses eventos adversos para a população local.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada apontou a ocorrência de 29 episódios de inundações costeiras na área de estudo entre 2014 e 2019, com uma média anual da ordem de 5 eventos no período, sendo 2019 o ano com o maior número de registros, totalizando nove casos. O estudo também evidenciou que, no litoral central, Florianópolis foi o município mais atingido por episódios de inundação costeira no período de análise, com 23 registros, enquanto no litoral centro-norte, os municípios de Itajaí e de Balneário Camboriú, com respectivamente 13 e 10 ocorrências, foram os mais afetados.

A análise dos episódios de inundações costeiras na área de estudo mostrou que o fenômeno foi mais recorrente durante o inverno, com 69% das ocorrências seguido do outono de 20,7%.

Em relação aos alertas de inundação costeira pelos órgãos competentes, a análise dos resultados mostrou que apenas 34,5% e 38% dos episódios analisados foram mencionados, respectivamente no dia anterior e no dia do evento, e que 63,75% dos casos não foram mencionados nos avisos, alertas, informativos da Defesa Civil Estadual e boletins de previsão, contribuindo para um maior impacto para população que foi surpreendida pelas ocorrências.

Verificou-se ainda que na maior parte dos casos em que foram emitidos alertas e boletins com previsões de inundações costeiras, estas foram mencionadas como risco de alagamentos costeiros e estiveram associados a alertas de ressaca no litoral, o que pode dificultar a percepção da população com potencial de atingimento, sobre os possíveis impactos e transtornos relacionados aos eventos.

Para os fatores ambientais analisados durante os episódios de inundação costeira na área de estudo, a maioria dos eventos ocorreu sem presença de chuvas, tanto no litoral central quanto no centro-norte do estado, descartando a influência das precipitações nos episódios de inundação costeira analisados.

Por sua vez, a análise da maré astronômica mostrou que, em relação à fase lunar, cerca de 65% dos casos de inundação costeira no litoral central e 60% no litoral centro-norte ocorreram em período de maré de sizígia, sendo 71,5% em fase de lua nova e 28,5% em lua cheia. No litoral central houve predomínio de casos durante a

lua nova, com 80% das ocorrências, enquanto no litoral centro-norte, as fases de lua nova e cheia respondem, respectivamente, por 50% dos casos de inundação costeira registrados em maré de sizígia. Quanto à amplitude da maré astronômica, verificou-se comportamento semelhante para o litoral central e centro-norte durante os eventos de inundação analisados, com valor média de preamares de 1,0 a 1,1m no primeiro caso e de 1,0m no segundo.

Os resultados obtidos na análise da pressão atmosférica mostram que para o período considerado, apenas 30% dos casos de inundação costeira analisados foi acompanhado de queda da pressão no dia da ocorrência. Já a análise dos ventos mostrou o predomínio de ventos de sul e sudeste no litoral central e de sudoeste no setor centro-norte, tanto no dia anterior quanto no dia dos eventos de inundação costeira, com velocidades médias predominantes de 0,50 a 2,10 e de 2,10 a 5,7m/s, atingindo intensidade máximas de até 17,9m/s. Como havia sido indicado anteriormente, os ventos de quadrante sul provocam empilhamento da água do mar na costa regional, o que aponta para a importância desse fator nos casos de sobrelevação do nível do mar e, conseqüentemente, para a ocorrência de inundações costeiras no litoral de Santa Catarina.

Ainda em relação à maré meteorológica, a análise dos maregramas apontou a ocorrência de altura residual positiva do nível do mar em todos os casos de inundações costeiras analisados para o litoral central e centro-norte do estado, com valores frequentes entre 0,50 e 0,60m, atingindo pontualmente nos dois setores do litoral até 1,13m e 0,93m nos eventos ocorridos em outubro de 2016 e julho de 2019, respectivamente.

Por sua vez a análise de carta sinóticas para os eventos identificou seis padrões atmosféricos relacionados aos episódios de inundação costeira analisados. Dentre estes, três padrões estão associados a 80% dos casos: o padrão atmosférico A, que esteve presente em 52,4% das ocorrências de inundação costeira, e os padrões B e C, os quais atuaram, respectivamente, em 14% dos casos analisados.

O padrão A, mais recorrente, é marcado pela presença de um ciclone no litoral da Argentina, associado a uma Frente Fria entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Além disso, há ocorrência do processo de oclusão e aprofundamento do ciclone em alto mar, no Atlântico Sul, na altura da Argentina, com a frente fria/semi-estacionária

se desenvolvendo na sequência entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Posteriormente, nesses casos, é observado o afastamento do ciclone para alto mar, em alguns casos com registro de ramo frontal no estado do Espírito Santo. Esse padrão atmosférico foi mais frequente nos meses de inverno, época do ano em que os ciclones extratropicais são comuns na costa sul brasileira.

No padrão B observou-se igualmente processo de frontogênese no Uruguai com a presença de um ciclone no Oceano Atlântico Sul, seguido aprofundamento e afastamento do ciclone para alto mar, com o sistema frontal localizando-se entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil e a presença de um sistema de Alta Pressão na Argentina. Já no padrão C, observou-se a presença de uma frente semi-estacionária no sul do Sul do Brasil, podendo, em alguns casos, haver a formação de um ciclone na altura do litoral da Argentina, com formação de um ramo frontal entre Paraná e São Paulo.

Considerando os resultados obtidos para os fatores analisados, conclui-se que as inundações costeiras no litoral central e centro-norte de Santa Catarina resultam dos efeitos somados das preamares de sizígia, sobretudo em fase de lua nova, e ventos do quadrante sul, associados à passagem de frentes frias na região e à formação de ciclones no Atlântico Sul.

Em relação aos municípios mais afetados na área de estudo pelas inundações costeiras ocorridas entre 2014 e 2019, ressalta-se que estes possuem áreas de planície costeira de baixa altimetria, as quais são amplamente ocupadas, trazendo riscos e transtornos significativos à população local.

Por fim, espera-se que os resultados alcançados na pesquisa realizada, em particular a identificação dos padrões atmosféricos mais recorrentes durante os episódios de inundação costeira analisados, possam contribuir para uma maior previsibilidade das ocorrências desse processo no litoral central e centro-norte catarinense e para o aprimoramento do sistema de alertas à população. Neste sentido, poderá contribuir para a minimização dos impactos do fenômeno para as comunidades costeiras e, conseqüentemente, para redução de riscos e desastres costeiros no litoral de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

ABREU DE CASTILHOS, J. J. Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação – Ilha de Santa Catarina, SC. Florianópolis. Dissertação de Mestrado. Geografia, UFSC. 134p. 1995.

ABREU, J.J. *Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial*. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. P.484. 2011.

ALVES, J.H.G.M. & MELO, E. (2001): Wind Waves at the Northern Coast of Santa Catarina. *Rev. Bras. Oceanogr.*, 49(1/2): 13-28.

ANDRIONI, Marcelo. *Influência de Forçantes Locais na Camada de Ekman Superficial do Talude Superior da Baía de Santos*. 2010.

ARAÚJO, C. E., FRANCO, D., MELO, E., & PIMENTA, F. (2003, September). Wave regime characteristics of the southern Brazilian coast. In *Proceedings of the sixth international conference on coastal and port engineering in developing countries, COPEDEC VI, Colombo, Sri Lanka, Paper (No. 097, p. 15)*.

ARCHETTI, R., BOLOGNESI, A., CASADIO, A., MAGLIONICO, M., 2011. Development of flood probability charts for urban drainage network in coastal areas through a simplified joint assessment approach. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15, 3115–3122. doi:10.5194/hess-15-3115-2011

BENAVENTE, J.; DEL RIO, L.; GRACIA, F. J.; MARTÍNEZ-DEL-PROZO, J. A. Coastal flooding hazard related to storms and coastal evolution in Valdelagrana spit (Cadiz Bay Natural Park, SW Spain). *Continental Shelf Research*, n.26, p.1061 – 1076, abr. 2006.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; DOS SANTOS, Gilberto Friedenreich. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas*. Ed. da Univ. Federal de Santa Catarina, 1994.

BITENCOURT, D. P.; QUADRO, M.F.L; CALBETI, N. O. Análise de dois casos de ressaca no litoral da região Sul no verão de 2002. In: **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu**. 2002. p. 3910-3917.

BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL- SEPDEC. Sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2022. Disponível em: <http://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2021.

CAMARGO, R.; DIAS, P. L. S.; CARUZZO, A.; ZACHARIAS, D. C.; HARARI, J.; Implementação de sistema de previsão de marés meteorológicas no Atlântico Sudoeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de

Janeiro. Anaiseletrônicos... Rio de Janeiro, 2000. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/295548664_Implementacao_de_sistema_d_e_previsao_de_mares_meteorologicas_no_Atlantico_Sudoeste>. Acesso em: 24 out 2022.

CARUSO JR, F.; ARAUJO, S. A. 2000. **Ambientes de Sedimentação da Região Centro-Norte de Santa Catarina e seus Relacionamento com a Geologia Regional**. Anais do Simpósio Brasileiro de Praias Arenosas. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

CARTER, R. W. G. Coastal environments – An introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. London: Academic Press, 1988. 617 p.

CAMPOS, R. M.; CAMARGO, R.; HARARI, J. Caracterização de eventos extremos do nível do mar em santos e sua correspondência com as reanálises do modelo do ncep no sudoeste do atlântico sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, 175 - 184, 2010.

COSTA, F. da S.. RISCOS DE INUNDAÇÃO E SUAS MANIFESTAÇÕES. In: Lourenço, L & Vieira, A. (ORG.) N. **CATÁSTROFES NATURAIS: uma abordagem global**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2020, p. 71-117.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G.; DIAS, M. A.. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CEMADEN. **Estudos apontam que processos costeiros/oceânicos impactam municípios litorâneos monitorados pelo Cemaden**. 2017. Disponível em< <http://www.cemaden.gov.br/estudos-apontam-que-processos-costeiros-oceanicos-impactam-os-municipios-litoraneos-monitorados-pelo-cemaden/> >. Acesso em: 30 de abr. 2022.

CHELTON, D. B.; DAVIS, R. E. Monthly Mean Sea-level Variability along the West Coast of North America. Journal of Physical Oceanography, V. 12, p. 757-784, August, 1982.

CPTEC/INPE - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em 15 de julho de 2022.

CIRM. **2º Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II)**. Brasília: MMA. 1997.

DEFESA CIVIL SANTA CATARINA. Arquivo anual. Site institucional. Disponível em < <http://www.defesacivil.sc.gov.br/4246-frio-em-santa-catarina-requer-atencao>>. Acesso: em 14 mar 2020.

DIARINHO: **Maré provoca alagamentos na região: Itajaí e Balneário Camboriú foram afetadas pela ressaca do mar e, em alguns pontos, o trânsito chegou a**

ser interditado. Itajaí, 16 set. 2016. Disponível em: <https://diarinho.com.br/noticias-quentinhas/mare-provoca-alagamentos-na-regiao/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

DIEZ, J. J., ESTEBAN, M. D., PAZ, R., LÓPEZ-GUTIÉRREZ, J. S., NEGRO, V., & MONNOT, J. V. (2011). Urban coastal flooding and climate change. *Journal of Coastal Research*, 205-209.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN), **Tábuas de Maré.** Disponível em <<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>>. Acesso em: 22 de mar. 2020.

EPAGRI/CIRAM - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Marégrafos. Disponível em: <<https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/maregrafos/>> Acesso em: 25 de Mar. de 2021.

G1/SC: **Maré alta provoca alagamentos no litoral de Santa Catarina.** Santa Catarina, 15 set. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2016/09/mare-alta-provoca-alagamentos-no-litoral-de-santa-catarina.html>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

GOMES, G. H. **Caracterização do regime de vento costeiro do estado de santa catarina por meio de dados do satélite *quikscat seawinds*.** 2010. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2010.

GILL, A. E. *Atmosphere-Ocean Dynamics*. International Geophysics Series (Ed. by W. L. Donn), Vol. 30. Academic Press, New York. 662 p., 1982.

GRIMM, A. M.. **Como os ventos geram movimento vertical:** meteorologia básica - notas de aula. Curitiba: Ufpr, 1999. Color. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap7/cap7-7.html>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

HERRMANN, M. L. P. (1989) Aspectos ambientais da porção central da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis, Curso de Pós-Graduação em Geografia, UFSC. 229 p. Dissertação de Mestrado.

HESP, P. A.; GIANNINI, P. C. F.; MARTINHO, T. C.; MIOT da SILVA, G.; ASP NETO, N.E. 2009. **The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast, Southern Brazil.** In: Dillenburg, S. R. e Gesp, P. A. *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. 1. Ed. Heidelberg: Springer, 2009. V. 107. 390p.

HORN FILHO, N. H.. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Geosul*, 2003, 18.35: 71-98.

HORN FILHO, N. O., SCHMIDT, A. D., BENEDET, C., NEVES, J., PIMENTA, L. H. F., PAQUETTE, M., & SANTOS, C. G. (2014). Estudo geológico dos depósitos clásticos quaternários superficiais da planície costeira de Santa Catarina, Brasil. *Gravel*, 12(1), 41-107.

IAG-**INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**. USP. São Paulo, 2022. Disponível em: < <https://www.iag.usp.br/astrologia/datas-de-mudanca-das-fases-da-lua>> Acesso em: 12 de Jun. 2022.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Perfil dos Municípios Brasileiros 2013, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro, 2014, 282 pp

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2021. Panorama Santa Catarina. População Estimada 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/panorama>>. Acesso em: 30 de abr. de 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. IPCC, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/03_SROCC_SPM_FINAL.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; D. A.; MARCELINO, I. P. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G.S F;; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organica Trading, 2006.

KÖEPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 466 p.

LAKES ENVIRONMENTAL (LAKES ENVIRONMENTAL, 2018). WRPLOT ViewTM Version 8.0.2– Wind Rose Plots for Meteorological Data. Disponível em: < <http://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>.> Acesso em: 10 Jul. 2022

PANDOLFO, C., BRAGA, H. J., SILVA JÚNIOR, V. D., MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S., THOMÉ, U. M. R., & VALCI, F. V. A. (2002). Atlas climatológico do estado de Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1, 13.

RODRÍGUEZ, J. J. & WINDEVOXHEL, N. J. **Análisis Regional de la Situación de la Zona Marina Costera Centroamericana**. Banco Inter-Americano de Desenvolvimento BID. Washington, D.C. No. ENV – 121. 1998.

MARONE, E.; CAMARGO, R. Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. Nerítica, Curitiba, v.8(1-2), p.73-85-1994- Editora da UFPR.

MELO, E. Maré Meteorológica na Costa Brasileira, Tese Professor Titular, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande, 328 p., 2017.

MENDES, D. **Regimes de circulação na Atlântico Sul e sua relação com a localização de sistemas activos e com o balanço de vapor na região.** 2006. 115 f. Tese (Doutorado em Física) – Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa, 2006.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de textos, 2017.

MONTEIRO, Luiz Henrique Alves. **Sistemas dinâmicos.** Editora Livraria da Física, 2002.

MONTEIRO, M. A.. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

MONTEIRO, M. A.. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Florianópolis, 2007. 1 v Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

NICHOLLS, R. J., CAZENAVE, A., 2010, “Sea-level rise and its impact on coastal zones”, Science, v. 328, pp. 1517–1520.

NIMER, E. 1979. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro, IBGE, 421 p.

NSC TOTAL. **MARÉ ALTA PODE CAUSAR NOVOS ALAGAMENTOS NESTE DOMINGO EM FLORIANÓPOLIS E NO LITORAL DE SC: Na Capital, previsão é que ocorram dois picos de maré, um deles por volta das 18h20min outro às 22h.** Florianópolis, 07 jul. 2019. Disponível em: < <https://www.nsctotal.com.br/noticias/mare-alta-pode-causar-novos-alagamentos-neste-domingo-em-florianopolis-e-no-litoral-de-sc>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

OLIVEIRA, P. E., & RAMOS, C. (2002). Inundações na Cidade de Lisboa durante o Século XX e os seus factores agravantes. Finisterra, 37(74).

PBMC, 2016: Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p

PUGH, D.T. Tides, Surges and Mean Sea Level. John Wiley & Sons. Chichester, U.K. 472 p., 1987

REIS A.F. 2013. **Urbanidade, paisagem e meio ambiente: subsídios para análise e qualificação do processo de transformação ambiental do litoral catarinense.**

V Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Buenos Aires, jun 2013. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, 1700-1714. Disponível em <hdl.handle.net/2099/14866>. Acesso em: 15 ago. 2020.

RODRIGUES, F., DE SOUZA, A. P. D. M., SIMEONATO, T., dos Santos Junior, R. A., Gonzaga, A. B., & Kaviatkovski, F. (2018). Conhecer para entender: um estudo observacional da geomorfologia costeira de Santa Catarina. *Terræ Didática*, 14(2), 109-118.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S.. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 22, n. 2, 2004.

ROSA, R.O. & HERMANN, M.L.P. 1986. Geomorfologia. In: Atlas de Santa Catarina. Aspectos Físicos. GAPLAN, Rio de Janeiro, pp.31-32.

SANTOS, R. F., *Efeitos da subida do nível do mar na inundação costeira na costa leste do Brasil devido às mudanças climáticas*. Tese (doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. P.184. 2017.

SANTOS, E. C.; BONETTI, J.. Sistemas atmosféricos associados a eventos de inundação costeira na Enseada de Tijucas - Santa Catarina. *REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA*, v. 14, p. 2534-2549, 2021.

SEABRA, F.; BEZ, R.; BORNSCHEIN, F. C.. O efeito litoralização e a distribuição regional de renda e de população em Santa Catarina. **Ensaio FEE**, v. 32, n. 1, 2011.

SERAFIM, M. B.; BONETTI, J.. Vulnerabilidade das praias do Estado de Santa Catarina a eventos de erosão e inundação costeira: proposta metodológica baseada em um índice multicritério. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8, n. 2, 2017.

SHAFFER, G.; PIZARRO, O.; DJURFELDT, L.; SALINAS, S.; RUTLLANT, J. Circulation and low-frequency variability near the Chilean coast: remotely forced fluctuations during the 1991-92 El Niño. **Journal of Physical Oceanography**, v. 27, p. 217-235. 1997.

SMITH, K. Environmental hazards: assessing risk and reducing disasters. Routledge, p. 420, 2000.

SOUZA, L.; MIRANDA, R. A. de. Climatologia Geográfica: Umidade do ar: Rio de Janeiro; Fundação CECIERJ, 2013. v. 1. ISBN 978-85-7648-882-8.

SPG – Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Santa Catarina. Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro: Diagnóstico

Socioambiental, 2010. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/gerco/diagnostico-socio-ambiental>>. Acesso em: 8 de abril 2020.

STECH JL & LORENZZETTI JA. 1992. The response of the South Brazil Bight to the Passage of Wintertime Cold Fronts. *Journal of Geophysical Research*, 97, C6, 9507-9520.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C.. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

TRUCCOLO, E.C, (1998). Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC. Florianópolis, 100p. Dissertação de mestrado, programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

TRUCCOLO, SCHETTINI, Marés astronômicas na Baía de Babitonga-SC. NOTAS TÉCN. FACIMAR, 3: 57-66, 1999 Laboratório de Oceanografia Física CTTMar – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar UNIVALI Cx. P. 360 Itajaí SC.

TRUCCOLO, E. C.; MELO FILHO, E.; SCHETTINI, C. A. F. Oscilação do nível do mar em resposta à forçantes meteorológicas em São Francisco do Sul–SC: Evento de julho de 1996. In: *Proceedings of the 3rd Symposium of Oceanography*. 1996. p. 381.

TRUCCOLO, E.C.; DIEHL, F.. Fenômenos Oceanográficos e Climatológicos (2): As Correntes Marinhas do Brasil. In: MEC - UNESCO. (Org.). Coleção Explorando o Ensino - Geografia: O Mar no Espaço Geográfico Brasileiro. 1 ed. Brasília: MEC, 2005, v. 8, p. 212-213

TUCCI, C. E. M., BERTONI, J. C., 2003, Inundações urbanas na América do Sul. ISBN 8588686074. 1 ed. Porto Alegre, Brasil, Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

VANZ, A., GARBOSSA, L. H., FERNANDES, L. G., BOLL, M., DE SOUZA, R. V., VIANNA, L. F., & RUPP, G. S. (2015). Efeito de variáveis meteorológicas sobre o comportamento do Nível do mar na costa catarinense, Brasil. In CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA (Vol. 8, pp. 1-13).

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia: versão digital 2. *Recife: Esalq*, 2006.

VELLOSO, T. G.; ALVES, A. R. Características Gerais do Fenômeno da Maré no Brasil. In *Anais Hidrográficos da Diretoria De Hidrografia E Navegação*, Tomo LXI, 8 p., 2006.

WORLD BANK (2014) Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal. Washington, DC: World Bank. 320 pp.

WHITEHOUSE, G. & BURTON, J. R. Water Hazards, Resources and Management for Disaster Prevention: A Review of the Asian Conditions. In: IDNDR-ESCAP Regional Meeting for Asia: Risk Reduction & Society in the 21st Century. Proceedings... Bangkok, 1999. p.

YNOUE, Rita Yuri et al. Meteorologia: noções básicas. Oficina de Textos, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A. População nos municípios costeiros em SC (IBGE, 2010).

Municípios	População Censo 2010
Araquari	24.810
Araranguá	61.310
Balneário Arroio Silva	9.586
Balneário Barra do Sul	8.430
Balneário Camboriú	108.089
Balneário Gaivota	8.234
Balneário Piçarras	17.078
Balneário Rincão	12.760
Barra Velha	22.386
Biguaçu	58.206
Bombinhas	14.293
Camboriú	62.361
Ermo	2.050
Florianópolis	421.240
Forquilha	22.548
Garopaba	18.138
Garuva	14.761
Governador Celso Ramos	12.999
Içara	58.833
Imaruí	11.672
Imbituba	40.170
Itajaí	183.373
Itapema	45.797
Itapoá	14.763
Jaguaruna	17.290
Joinville	515.288
Laguna	51.562
Maracajá	6.404
Navegantes	60.556
Palhoça	137.334
Passo de Torres	6.627
Paulo Lopes	6.692
Penha	25.141
Pescaria Brava	10.091
Porto Belo	16.083
Sangão	10.400
Santa Rosa do Sul	8.054
São Francisco do Sul	42.520
São João do Sul	7.002
São José	209.804
Sombrio	26.613
Tijucas	30.960
Tubarão	97.235
Total de pessoas	2.539.543

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

APÊNDICE B. População nos municípios costeiros em SC (IBGE, 2021).

Municípios	População Estimada 2021
Araquari	40.890
Araranguá	69.493
Balneário Arroio Silva	13.782
Balneário Barra do Sul	11.271
Balneário Camboriú	149.227
Balneário Gaivota	11.537
Balneário Piçarras	25.395
Balneário Rincão	13.129
Barra Velha	30.539
Biguaçu	70.471
Bombinhas	20.889
Camboriú	87.179
Ermo	2.059
Florianópolis	516.524
Forquilha	27.621
Garopaba	24.070
Garuva	18.816
Governador Celso Ramos	14.739
Içara	58.055
Imaruí	9.764
Imbituba	45.711
Itajaí	226.617
Itapema	69.323
Itapoá	21.766
Jaguaruna	20.547
Joinville	604.708
Laguna	46.424
Maracajá;	7.461
Navegantes	85.734
Palhoça	178.679
Passo de Torres	9.269
Paulo Lopes	7.642
Penha	34.022
Pescaria Brava	10.225
Porto Belo	22.466
Sangão	13.128
Santa Rosa do Sul	8.397
São Francisco do Sul	54.751
São João do Sul	7.332
São José	253.705
Sombrio	31.084
Tijucas	39.889
Tubarão	107.143
Total de pessoas	3.120.473

Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

APÊNDICE C. Tábua de maré para os portos de Florianópolis e Itajaí, e fase da lua nas datas dos episódios analisados entre 2014 e 2019.

(continua)

Porto Florianópolis	26/08/2014 ●	02h32	1,2m	09h00	0,2m	15h36	1,2m	20h17	0,2m
	27/08/2014 ●	03h06	1,2m	07h53	0,2m	16h02	1,2m	20h49	0,2m
	29/08/2014 ●	03h49	1,2m	08h04	0,3m	16h34	1,2m	21h17	0,2m
Porto Itajaí	26/08/2014 ●	02h21	1,2m	07h38	0,1m	15h10	1,1m	19h57	0,2m
	27/08/2014 ●	03h01	1,2m	08h01	0,1m	15h49	1,1m	20h23	0,2m
	29/08/2014 ●	03h36	1,1m	08h17	0,2m	16h17	1,1m	20h59	0,2m
Porto Florianópolis	21/03/2015 ●	02h53	1,2m	06h54	0,4m	15h34	1,3m	22h47	0,2m
	22/03/2015 ●	03h28	1,1m	07h09	0,3m	16h08	1,2m	20h11	0,4m
	23/03/2015 ●	04h06	1,0m	07h49	0,2m	16h54	1,2m	20h34	0,4m
Porto Itajaí	21/03/2015 ●	02h47	1,2m	07h02	0,3m	15h06	1,2m	22h16	0,2m
	22/03/2015 ●	03h19	1,1m	07h29	0,3m	15h51	1,2m	20h06	0,3m
	23/03/2015 ●	04h01	1,0m	08h01	0,2m	16h29	1,1m	20h34	0,4m
Porto Florianópolis	18/06/2015 ●	03h02	1,0m	09h06	0,3m	16h04	1,2m	20h06	0,5m
	19/06/2015 ●	03h49	1,0m	10h02	0,3m	16h43	1,2m	20h39	0,4m
	20/06/2015 ●	04h28	1,0m	08h28	0,3m	17h13	1,1m	21h09	0,4m
Porto Itajaí	18/06/2015 ●	02h47	1,0m	09h04	0,2m	15h49	1,1m	20h01	0,4m
	19/06/2015 ●	03h25	1,0m	08h08	0,2m	16h23	1,1m	20h36	0,4m
	20/06/2015 ●	04h04	0,9m	08h55	0,2m	17h02	1,0m	21h08	0,4m
Porto Florianópolis	10/09/2015 ◐	00h08	1,0m	07h06	0,2m	12h58	1,1m	19h13	0,4m
	11/09/2015 ◐	00h53	1,1m	07h36	0,2m	13h41	1,1m	18h30	0,4m
	12/09/2015 ◐	01h24	1,2m	07h54	0,2m	14h17	1,2m	18h58	0,3m
Porto Itajaí	10/09/2015 ◐			07h02	0,2m	12h55	1,0m	19h04	0,4m
	11/09/2015 ◐	00h32	1,0m	07h29	0,1m	13h32	1,1m	18h25	0,3m
	12/09/2015 ◐	01h10	1,1m	07h36	0,1m	13h32	1,1m	18h25	0,3m
Porto Florianópolis	27/09/2015 ○	01h45	1,2m	08h13	-0,1m	14h04	1,2m	21h13	0,4m
	28/09/2015 ○	02h21	1,3m	09h11	0,0m	14h39	1,2m	21h53	0,4m
	29/09/2015 ○	03h04	1,3m	10h26	0,2m	15h09	1,1m	19h02	0,3m
Porto Itajaí	27/09/2015 ○	01h29	1,2m	08h12	0,0m	13h57	1,2m	21h02	0,2m
	28/09/2015 ○	02h04	1,2m	09h04	0,0m	14h27	1,2m	21h46	0,2m
	29/09/2015 ○	02h47	1,3m	10h01	0,1m	15h04	1,1m	21h08	0,4m
Porto Florianópolis	16/10/2015 ●	03h56	1,2m	08h00	0,3m	16h39	1,0m	21h11	0,2m
	17/10/2015 ●	04h34	1,1m	08h24	0,4m	17h11	0,9m	21h26	0,3m
	18/10/2015 ●	05h06	1,0m	08h56	0,5m	18h00	0,9m	21h47	0,4m
Porto Itajaí	16/10/2015 ●	03h55	1,1m	08h12	0,3m	16h25	0,9m	21h21	0,2m
	17/10/2015 ●	04h27	1,0m	08h47	0,4m	17h01	0,8m	23h21	0,3m
	18/10/2015 ●	05h04	1,0m	09h12	0,4m	17h42	0,7m		

(continua)

Porto	17/05/2016	☉			06h00	0,4m	11h09	1,0m	19h02	0,3m
Florianópolis	18/05/2016	☉	00h21	1,1m	06h09	0,3m	12h02	1,0m	19h45	0,3m
	19/05/2016	☉	00h58	1,1m	06h32	0,2m	12h56	1,1m	20h19	0,4m
Porto	17/05/2016	☉			05h47	0,4m	10h53	0,9m	18h47	0,3m
Itajaí	18/05/2016	☉	00h17	0,9m	05h59	0,3m	11h51	0,9m	19h16	0,3m
	19/05/2016	☉	00h55	1,0m	06h21	0,2m	12h42	1,0m	19h42	0,3m
Porto	22/05/2016	☉	02h06	1,1m	07h30	0,1m	14h23	1,2m	21h12	0,4m
Florianópolis	23/05/2016	☉	02h47	1,1m	08h08	0,1m	15h00	1,2m	19h24	0,5m
	24/05/2016	☉	03h23	1,1m	08h38	0,1m	15h36	1,2m	19h53	0,5m
Porto	22/05/2016	☉	02h34	1,0m	07h59	0,1m	14h53	1,2m	19h17	0,4m
Itajaí	23/05/2016	☉	03h06	1,0m	08h42	0,2m	15h25	1,1m	19h47	0,4m
	24/05/2016	☉	03h47	0,9m	09h55	0,2m	16h02	1,1m	20h12	0,4m
Porto	04/06/2016	☉	01h11	1,0m	08h41	0,3m	14h30	1,2m	21h36	0,3m
Florianópolis	05/06/2016	☉	01h54	1,0m	09h36	0,3m	15h09	1,2m	22h38	0,4m
	06/06/2016	☉	02h39	1,0m	10h45	0,3m	15h56	1,2m	23h51	0,6m
Porto	04/06/2016	☉	01h10	1,0m	08h44	0,2m	13h59	1,1m	21h16	0,3m
Itajaí	05/06/2016	☉	01h53	1,0m	09h23	0,2m	14h44	1,2m	19h59	0,5m
	06/06/2016	☉	02h29	1,0m	10h12	0,2m	15h21	1,1m	22h57	0,5m
Porto	17/07/2016	☉	00h51	1,0m	06h53	0,1m	12h54	1,0m	20h32	0,4m
Florianópolis	18/07/2016	☉	01h26	1,1m	07h26	0,0m	13h54	1,1m	21h04	0,4m
	19/07/2016	☉	02h04	1,1m	08h06	0,0m	14h41	1,2m	21h38	0,4m
Porto	17/07/2016	☉	00h53	0,9m	06h46	0,1m	12h44	1,0m	20h38	0,4m
Itajaí	18/07/2016	☉	01h23	1,0m	07h25	0,1m	13h34	1,1m	21h04	0,4m
	19/07/2016	☉	02h01	1,0m	08h04	0,0m	14h17	1,1m	21h38	0,4m
Porto	27/10/2016	☉			07h00	0,2m	12h21	1,0m	17h39	0,4m
Florianópolis	28/10/2016	☉	00h23	1,1m	07h34	0,2m	13h02	1,1m	17h56	0,3m
	29/10/2016	☉	01h02	1,2m	07h56	0,3m	13h47	1,2m	18h30	0,2m
Porto	27/10/2016	☉			6h53	0,2m	12h27	1,0m	18h27	0,4m
Itajaí	28/10/2016	☉	00h06	1,0m	07h10	0,2m	13h04	1,0m	18h12	0,3m
	29/10/2016	☉	00h53	1,1m	06h32	0,2m	13h42	1,1m	18h31	0,2m
Porto	14/09/2016	☉	00h56	1,1m	06h56	-0,1m	13h24	1,0m	20h13	0,3m
Florianópolis	15/09/2016	☉	01h30	1,2m	07h41	-0,1m	14h00	1,2m	20h54	0,3m
	16/09/2016	☉	02h04	1,2m	08h26	-0,1m	14h38	1,2m	21h23	0,4m
	17/09/2016	☉	02h49	1,3m	09h23	0,0m	15h04	1,2m	20h24	0,4m
Porto	14/09/2016	☉	00h59	1,0m	06h47	0,0m	13h04	1,1m	20h14	0,3m
Itajaí	15/09/2016	☉	01h25	1,1m	07h32	0,0m	13h44	1,2m	20h49	0,3m
	16/09/2016	☉	01h59	1,2m	08h21	0,0m	14h16	1,2m	21h14	0,3m
	17/09/2016	☉	02h32	1,2m	09h17	0,0m	14h57	1,2m	21h57	0,3m
Porto	20/08/2017	☉	01h00	1,0m	08h02	0,0m	14h09	1,2m	21h04	0,4m
Florianópolis	21/08/2017	☉	01h39	1,1m	08h51	0,1m	14h49	1,2m	21h43	0,5m
	22/08/2017	☉	02h15	1,1m	09h38	0,1m	15h19	1,2m	19h17	0,5m
Porto	20/08/2017	☉	00h40	0,9m	08h02	0,0m	13h51	1,1m	20h47	0,3m
Itajaí	21/08/2017	☉	01h16	1,0m	08h49	0,0m	14h23	1,2m	21h04	0,4m
	22/08/2017	☉	02h01	1,1m	09h27	0,1m	15h10	1,2m	19h16	0,4m

(continua)

Porto	13/06/2018	●	01h34	1,1m	08h47	0,2m	14h58	1,2m	21h47	0,3m
Florianópolis	14/06/2018	●	02h15	1,0m	09h56	0,2m	15h39	1,2m	22h41	0,4m
	15/06/2018	●	03h02	1,0m	07h04	0,3m	16h11	1,2m	23h56	0,6m
Porto	13/06/2018	●	01h40	1,0m	08h55	0,1m	14h21	1,2m	21h42	0,3m
Itajaí	14/06/2018	●	02h12	1,0m	09h49	0,1m	15h04	1,2m	22h29	0,4m
	15/06/2018	●	02h42	1,0m	10h42	0,1m	15h53	1,2m	23h34	0,5m
Porto	25/06/2018	◐	00h32	1,0m	06h34	0,3m	12h13	1,0m	20h30	0,4m
Florianópolis	26/06/2018	◐	01h08	1,1m	06h36	0,2m	13h17	1,0m	21h08	0,5m
	27/06/2018	◐	01h49	1,1m	07h13	0,1m	14h08	1,1m	21h45	0,5m
Porto	25/06/2018	◐	00h17	0,9m	06h21	0,3m	12h06	0,9m	20h23	0,5m
Itajaí	26/06/2018	◐	01h01	0,9m	06h49	0,2m	13h02	1,0m	19h04	0,5m
	27/06/2018	◐	01h36	1,0m	07h16	0,1m	13h53	1,0m	19h04	0,5m
Porto	09/08/2018	◐	00h28	0,9m	07h36	0,0m	14h11	1,2m	20h30	0,3m
Florianópolis	10/08/2018	◐	01h13	1,0m	08h23	0,0m	14h49	1,2m	21h17	0,3m
	11/08/2018	●	01h58	1,1m	09h19	0,0m	15h11	1,3m	22h00	0,4m
	12/08/2018	●	02h45	1,1m	10h28	0,0m	15h47	1,2m	22h24	0,5m
Porto	09/08/2018	◐	00h23	0,9m	07h29	0,0m	13h31	1,1m	20h27	0,3m
Itajaí	10/08/2018	◐	01h02	1,0m	08h16	0,0m	14h08	1,2m	21h06	0,3m
	11/08/2018	●	01h42	1,0m	09h08	0,0m	14h49	1,2m	21h47	0,4m
	12/08/2018	●	02h19	1,1m	10h02	0,0m	15h21	1,2m	22h08	0,4m
Porto	13/08/2018	●	03h23	1,1m	11h38	0,1m	16h15	1,2m	20h04	0,5m
Florianópolis	14/08/2018	●	04h04	1,1m	12h38	0,2m	16h54	1,1m	20h30	0,4m
	15/08/2018	●	04h53	1,1m	11h00	0,5m	17h26	1,1m	21h04	0,3m
Porto	13/08/2018	●	03h02	1,1m	10h55	0,1m	16h02	1,2m	20h06	0,4m
Itajaí	14/08/2018	●	03h49	1,1m	11h42	0,2m	16h42	1,1m	20h42	0,3m
	15/08/2018	●	04h27	1,0m	11h02	0,4m	17h14	1,0m	21h08	0,3m
Porto	25/08/2018	◐	01h47	1,2m	07h45	0,0m	14h21	1,1m	21h09	0,4m
Florianópolis	26/08/2018	○	02h21	1,2m	08h23	0,0m	14h58	1,2m	19h39	0,4m
	27/08/2018	○	03h00	1,2m	09h06	0,0m	15h26	1,2m	20h09	0,3m
Porto	25/08/2018	◐	01h42	1,1m	07h29	0,0m	14h01	1,1m	19h01	0,4m
Itajaí	26/08/2018	○	02h16	1,1m	07h53	0,0m	14h38	1,1m	19h12	0,3m
	27/08/2018	○	02h55	1,1m	08h19	0,0m	15h10	1,1m	19h44	0,3m
Porto	01/07/2019	◐	00h49	1,0m	07h45	0,1m	14h21	1,2m	20h58	0,3m
Florianópolis	02/07/2019	●	01h32	1,1m	08h38	0,1m	15h06	1,2m	21h47	0,3m
	03/07/2019	●	02h17	1,0m	09h47	0,1m	15h53	1,2m	22h30	0,4m
	04/07/2019	●	03h06	1,0m	10h58	0,1m	16h24	1,2m	23h17	0,6m
	05/07/2019	●	03h58	1,0m	12h02	0,1m	16h58	1,2m	21h11	0,7m
	06/07/2019	●	04h51	0,9m	13h00	0,1m	17h32	1,1m	21h06	0,6m
	07/07/2019	●	05h39	0,9m	13h58	0,2m	18h06	1,0m	21h23	0,6m
	08/07/2019	●	06h24	0,9m	12h04	0,5m	18h51	0,9m	21h56	0,5m
	09/07/2019	◐	07h17	0,8m	13h08	0,6m	19h38	0,8m	22h30	0,6m

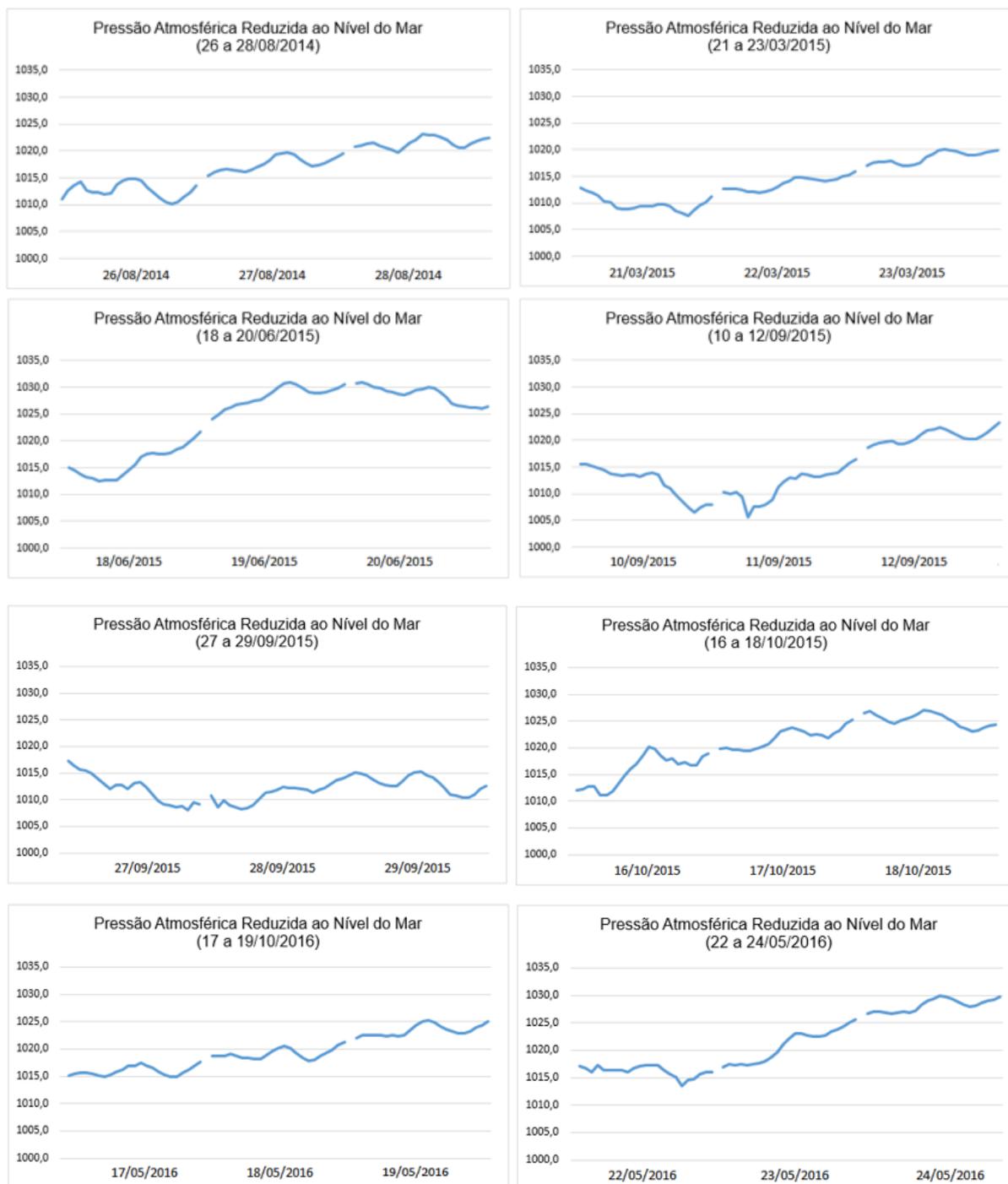
(continua)

		(conclusão)								
Porto Itajai	01/07/2019	☾	01h04	1,0m	07h57	0,2m	13h51	1,1m	20h51	0,3m
	02/07/2019	●	01h42	1,0m	08h47	0,1m	14h34	1,2m	21h38	0,3m
	03/07/2019	●	02h14	1,0m	09h40	0,1m	15h14	1,2m	22h21	0,4m
	04/07/2019	●	02h59	1,0m	10h34	0,1m	16h02	1,2m	22h21	0,4m
	05/07/2019	●	03h44	0,9m	11h21	0,1m	16h46	1,1m	20h53	0,6m
	06/07/2019	●	04h23	0,9m	12h16	0,2m	17h25	1,0m	21h12	0,6m
	07/07/2019	●	05h12	0,9m	13h57	0,2m	18h08	0,9m	21h55	0,6m
	08/07/2019	●	06h04	0,8m	14h23	0,3m	19h02	0,8m	22h25	0,6m
	09/07/2019	☾	07h02	0,8m	15h55	0,4m	20h02	0,7m	23h06	0,6m
Porto Florianópolis	02/08/2019	●	03h00	1,1m	10h45	0,0m	16h08	1,3m	22h21	0,5m
	03/08/2019	●	03h49	1,1m	11h51	0,0m	16h41	1,2m	20h53	0,6m
	04/08/2019	●	4h34	1,1m	12h51	0,1m	17h08	1,1m	20h58	0,5m
Porto Itajai	02/08/2019	●	02h46	1,0m	10h14	0,0m	15h49	1,2m	22h47	0,4m
	03/08/2019	●	03h23	1,1m	11h06	0,1m	16h23	1,1m	20h29	0,5m
	04/08/2019	●	04h06	1,0m	12h04	0,2m	17h04	1,1m	21h02	0,4m
Porto Florianópolis	13/08/2019	☾	01h02	1,1m	07h06	0,1m	13h32	1,0m	21h19	0,4m
	14/08/2019	☾	01h45	1,1m	07h36	0,0m	14h09	1,1m	21h38	0,5m
	15/08/2019	○	02h17	1,2m	08h04	0,0m	14h51	1,2m	19h17	0,5m
Porto Itajai	13/08/2019	☾	01h25	1,0m	07h32	0,0m	13h55	1,1m	18h27	0,5m
	14/08/2019	☾	02h02	1,1m	07h49	0,0m	14h31	1,1m	19h02	0,4m
	15/08/2019	○	02h44	1,0m	08h19	0,0m	15h04	1,1m	19h29	0,3m

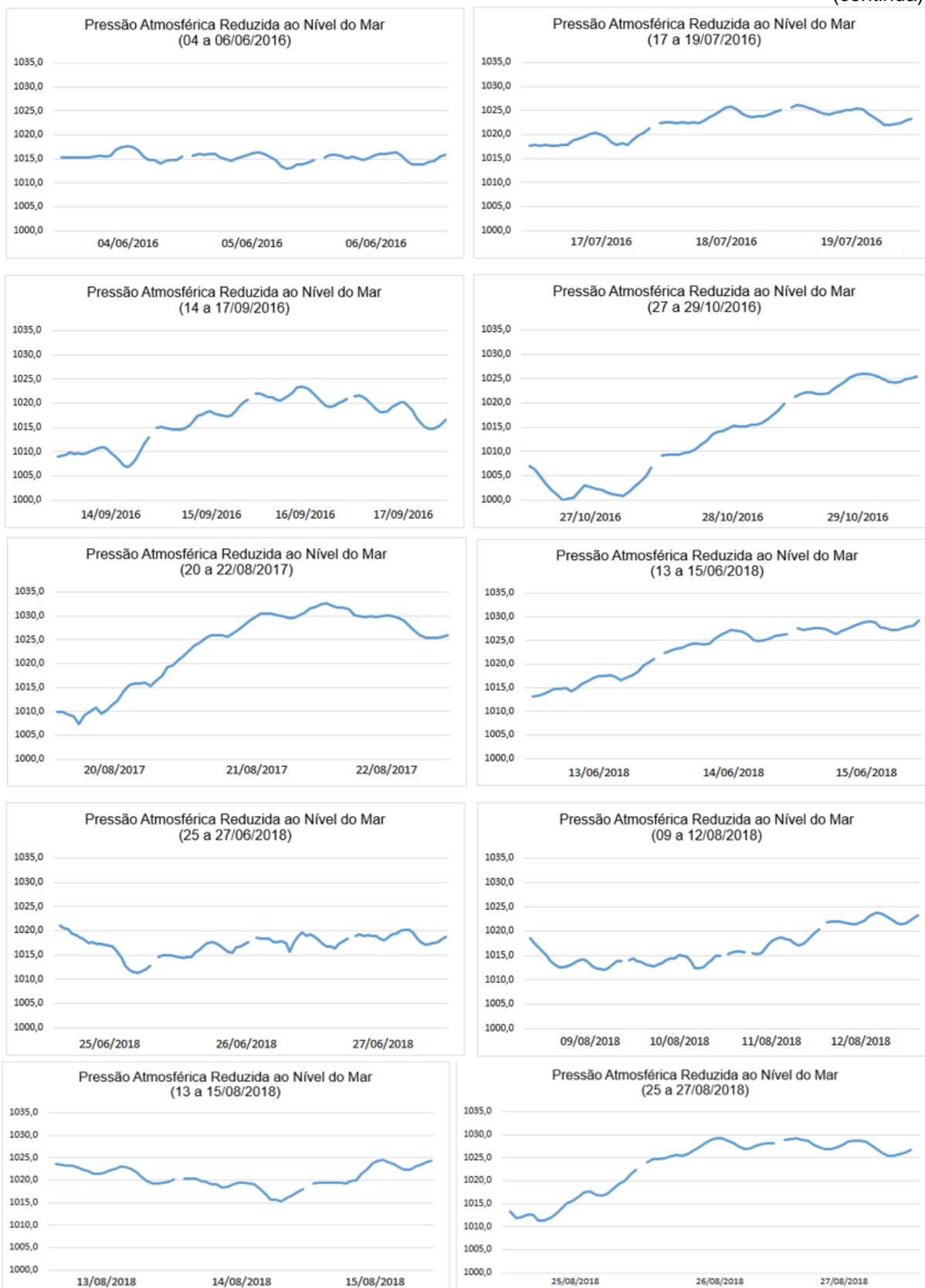
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da DHN (2014 a 2019).

APÊNDICE D. Comportamento da Pressão Atmosférica na estação meteorológica de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.

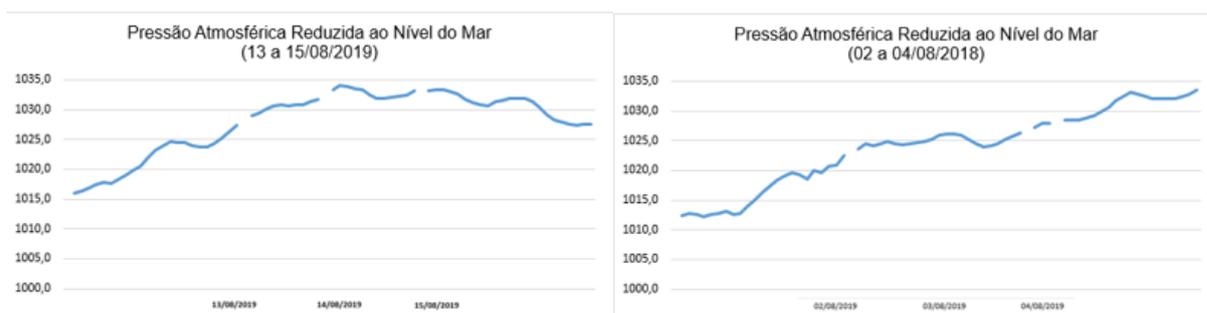
(continua)



(continua)



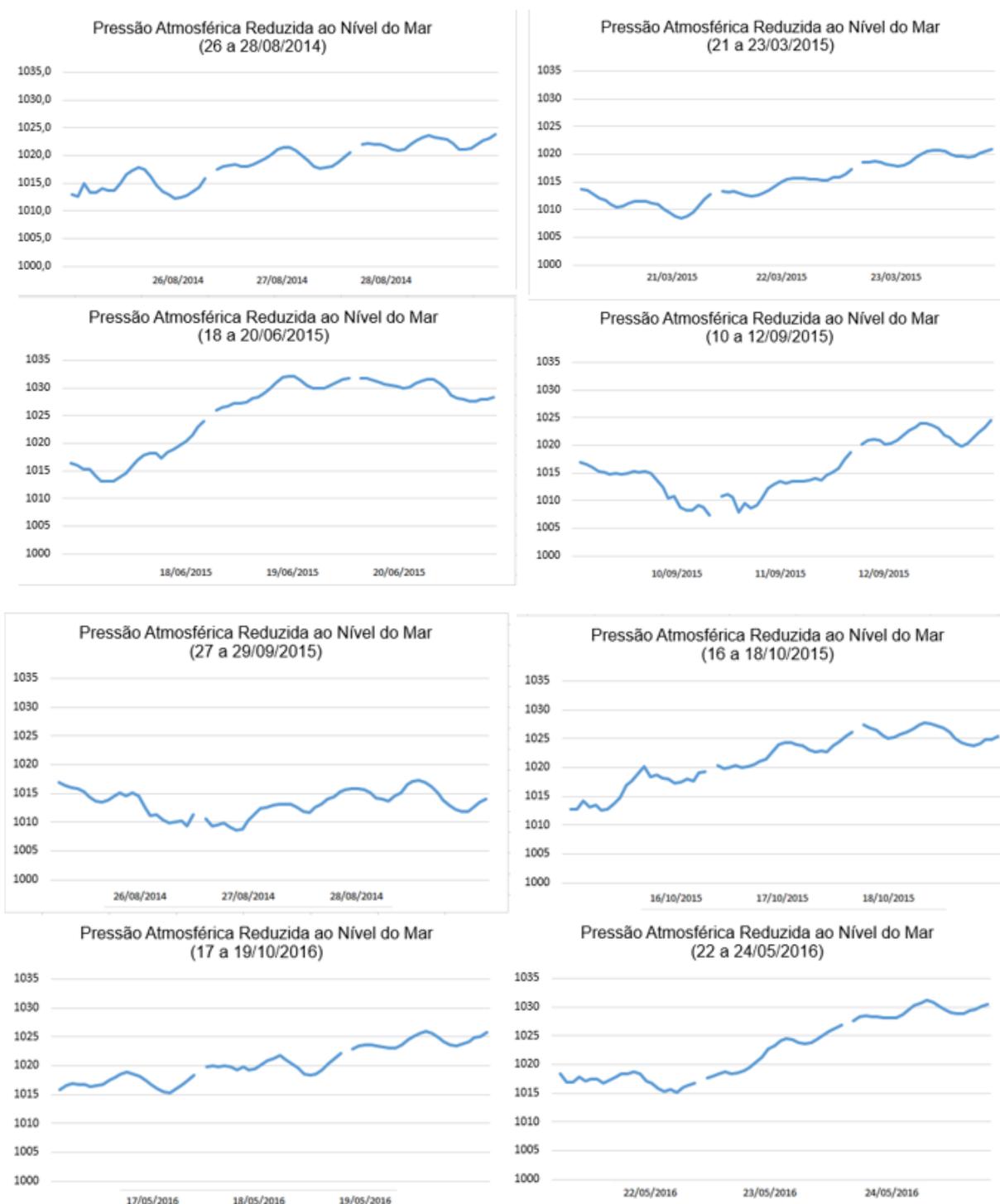
(conclusão)



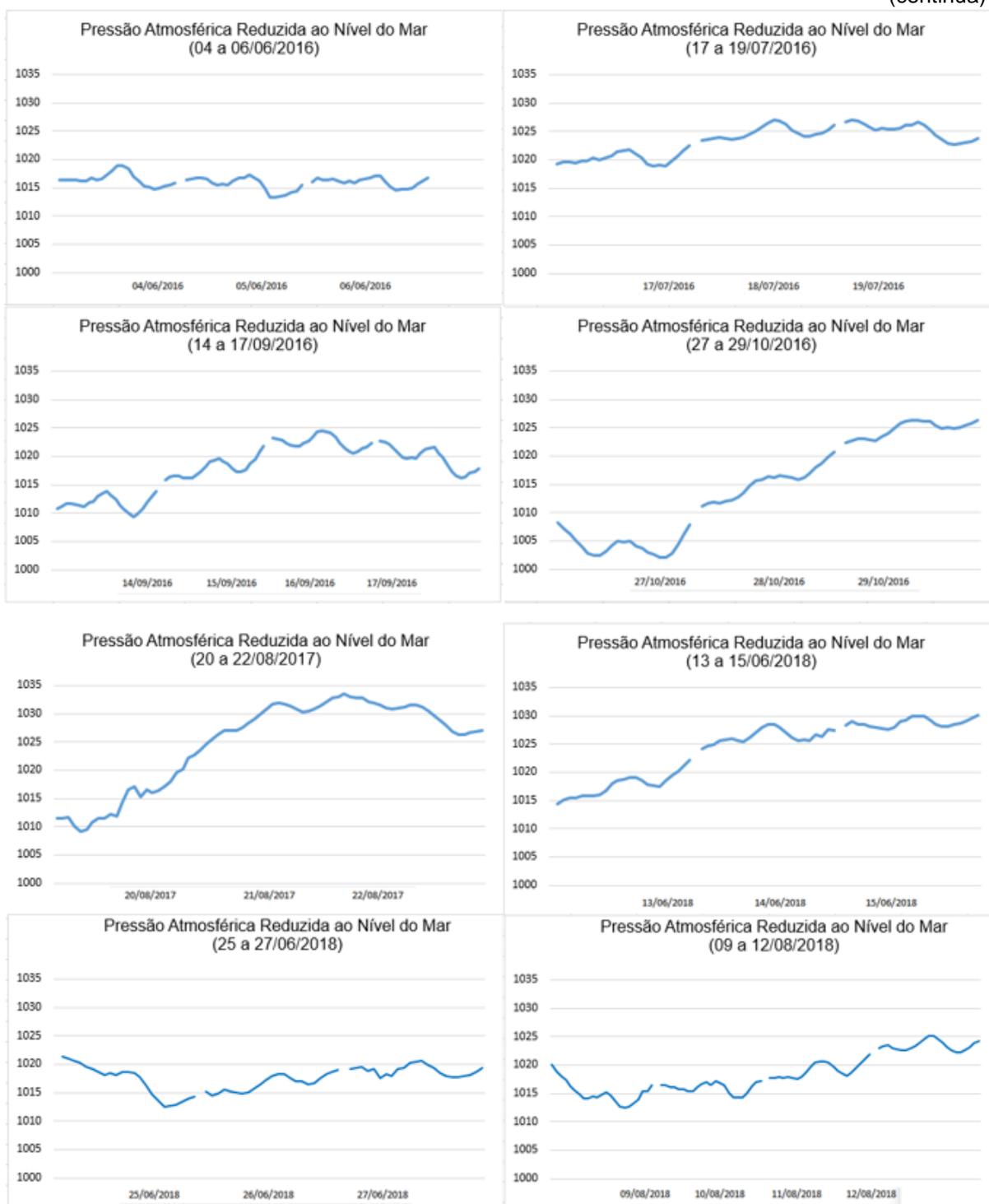
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do INMET (2014 a 2019).

APÊNDICE E. Comportamento da Pressão Atmosférica na estação meteorológica de Itajaí, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.

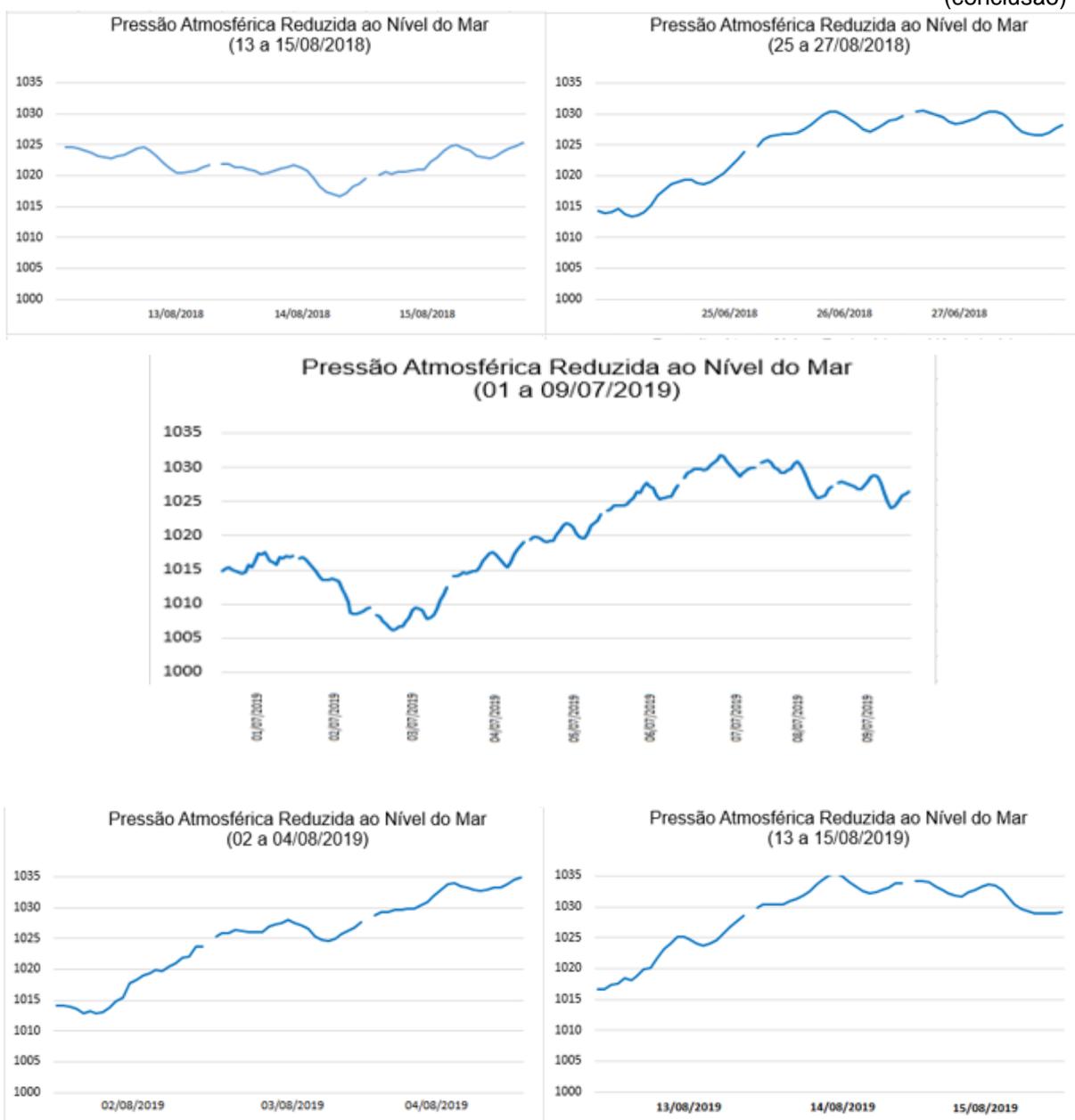
(continua)



(continua)



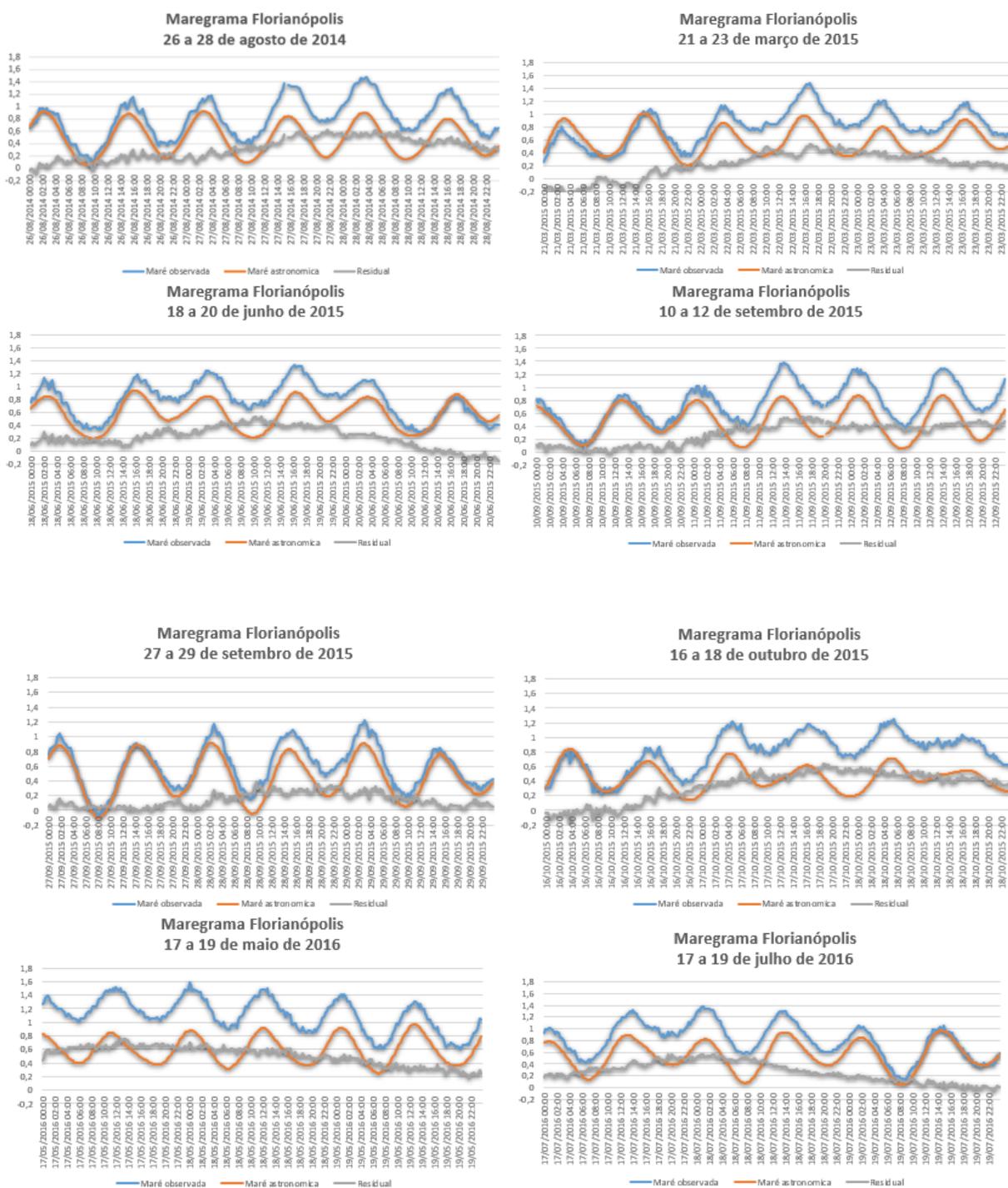
(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do INMET (2014 a 2019).

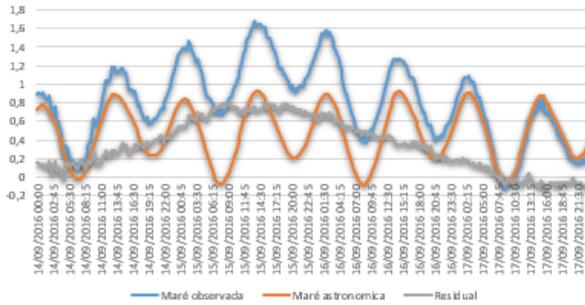
APÊNDICE F. Maregramas de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.

(continua)

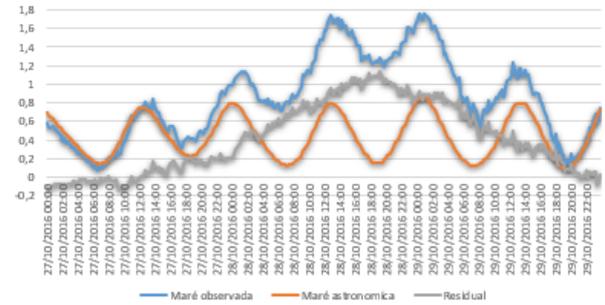


(continua)

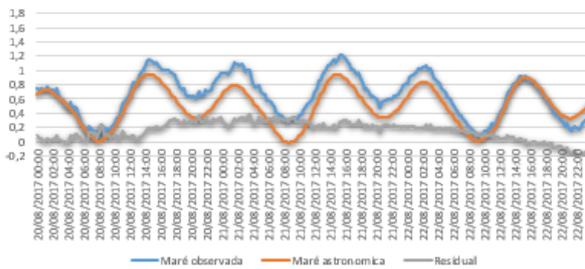
Maregrama Florianópolis
Área do Gráfico 17 de setembro de 2016



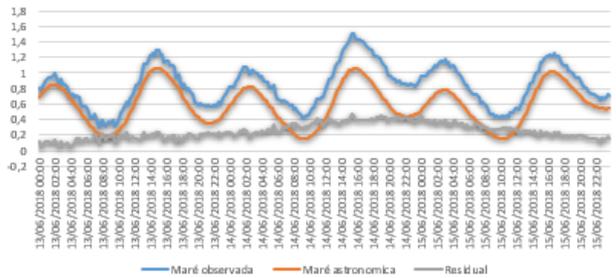
Maregrama Florianópolis
27 a 29 de outubro de 2016



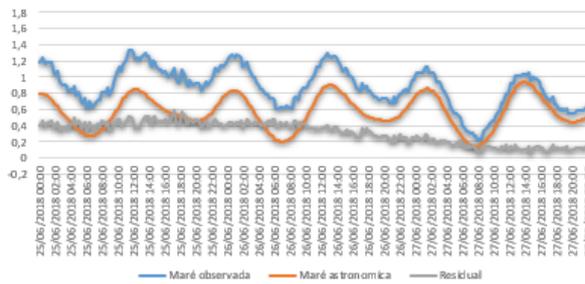
Maregrama Florianópolis
20 a 22 de agosto de 2017



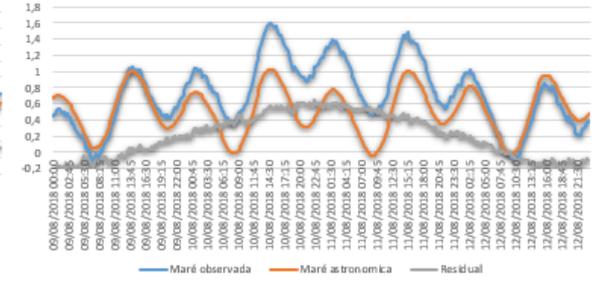
Maregrama Florianópolis
13 a 15 de junho de 2018



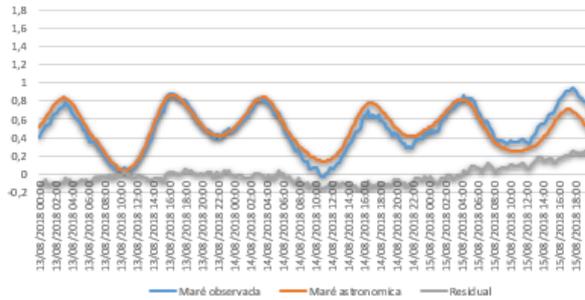
Maregrama Florianópolis
25 a 27 de junho de 2018



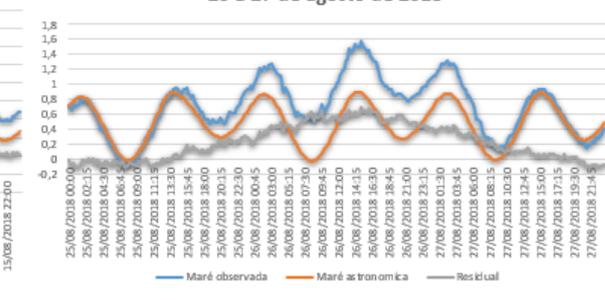
Maregrama Florianópolis
09 a 12 de agosto de 2018



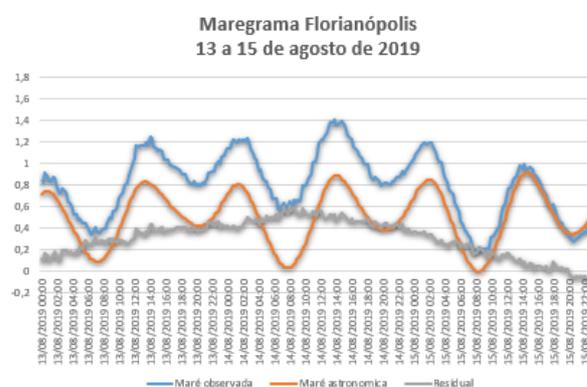
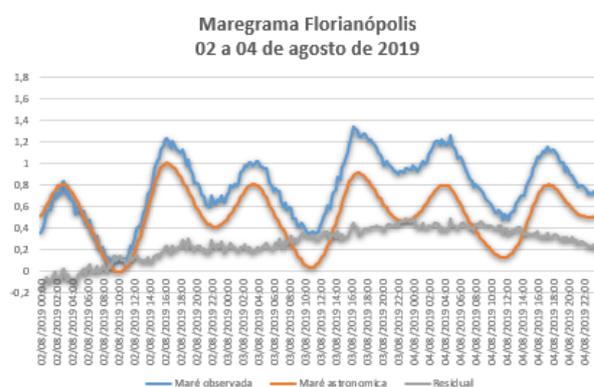
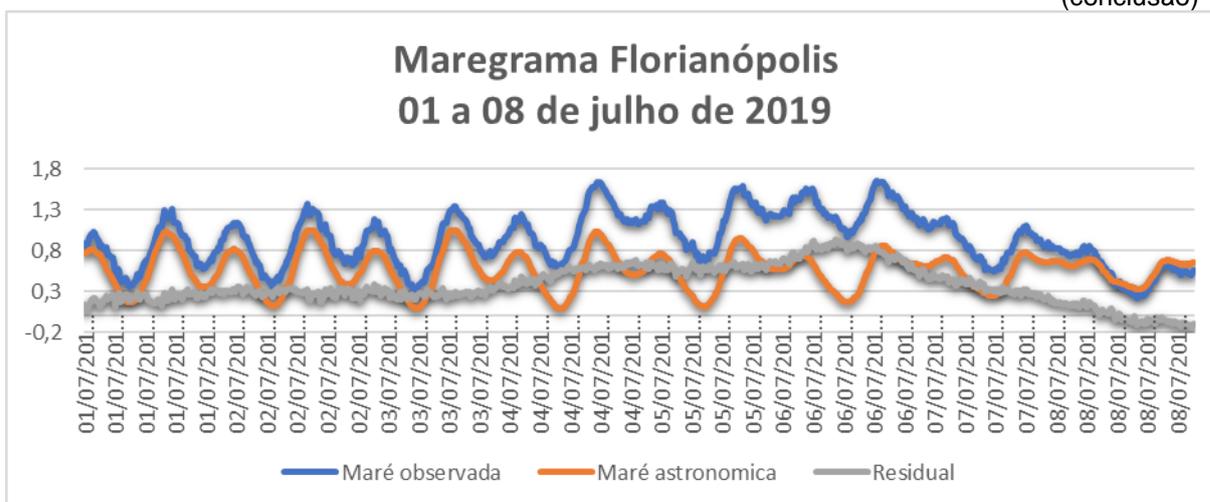
Maregrama Florianópolis
13 a 15 de agosto de 2018



Maregrama Florianópolis
25 a 27 de agosto de 2018



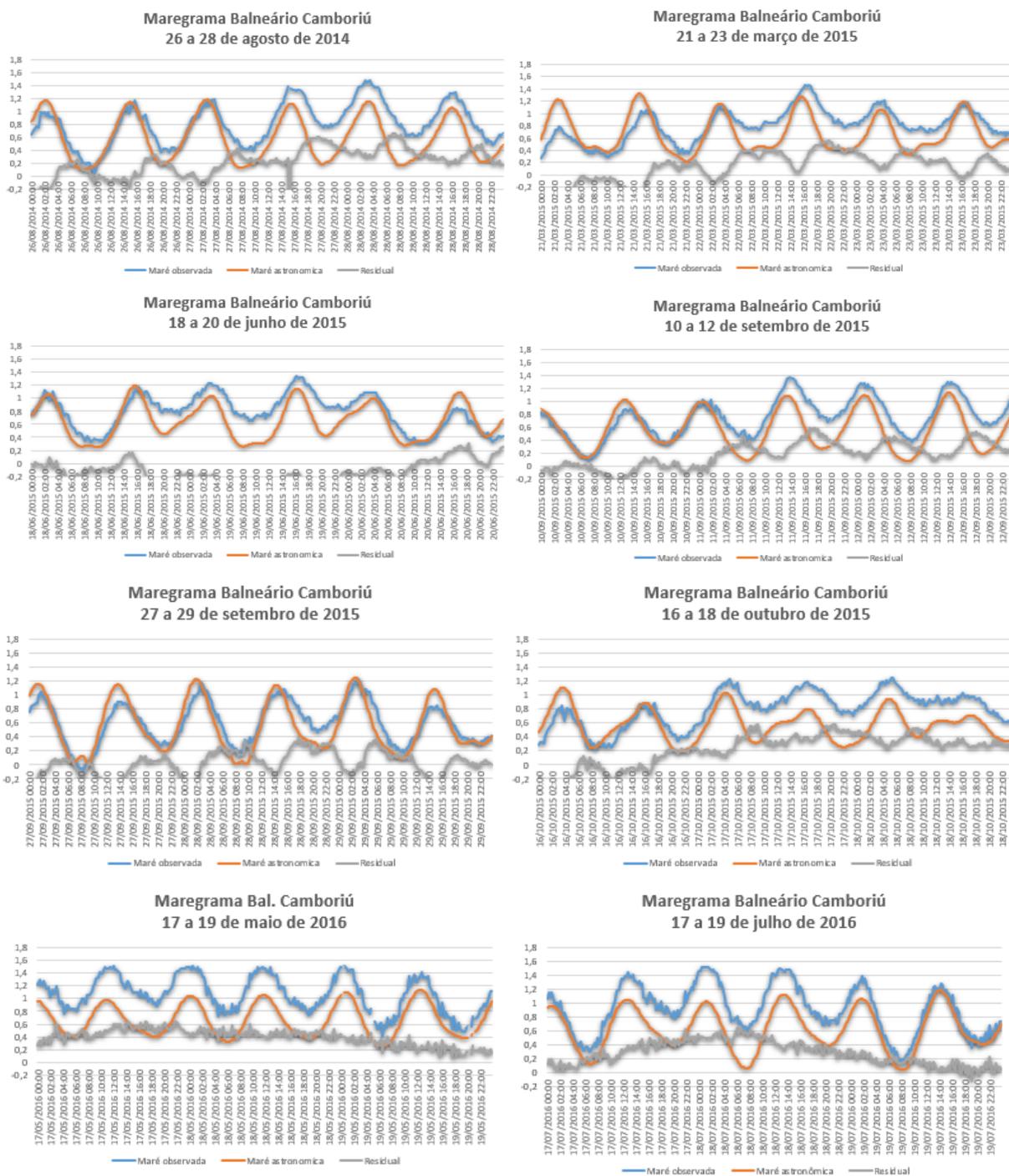
(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da EPAGRI/CIRAM (2014 a 2019).

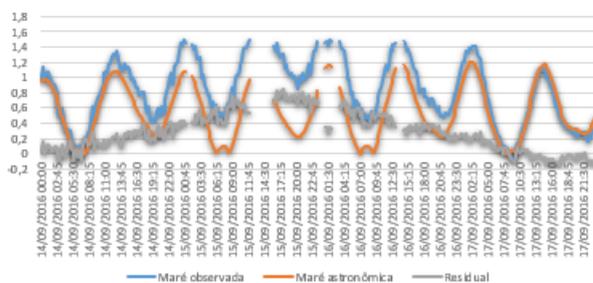
APÊNDICE G. Maregramas de Florianópolis, para cada caso de inundação costeira entre 2014 e 2019.

(continua)

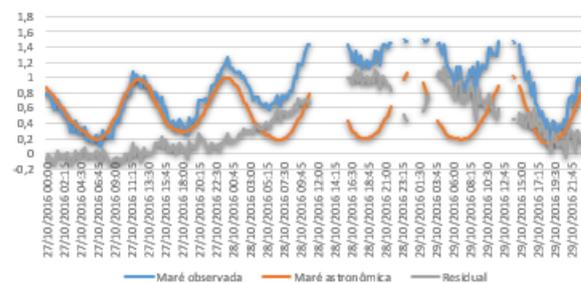


(continua)

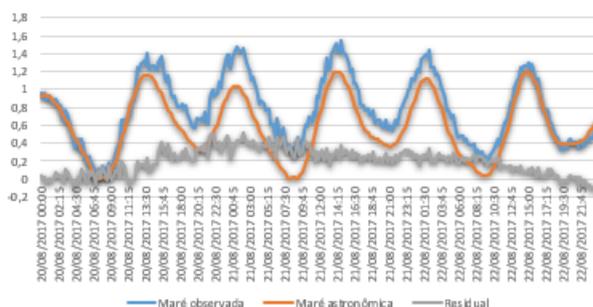
Maregrama Balneário Camboriú
14 a 17 de setembro de 2016



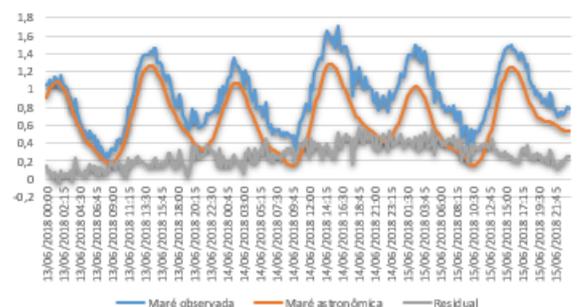
Maregrama Balneário Camboriú
27 a 29 de outubro de 2016



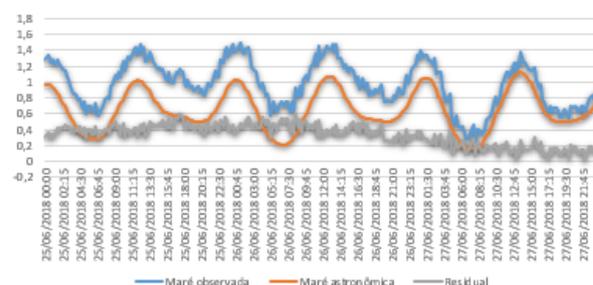
Maregrama Balneário Camboriú
20 a 22 de agosto de 2017



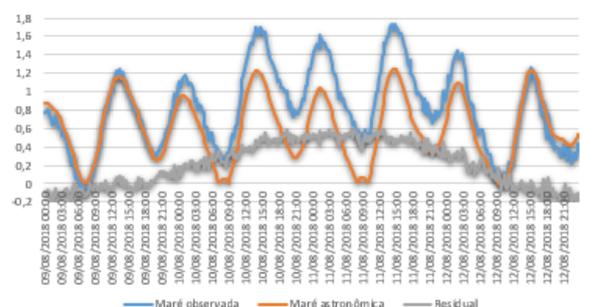
Maregrama Balneário Camboriú
13 a 15 de junho de 2018



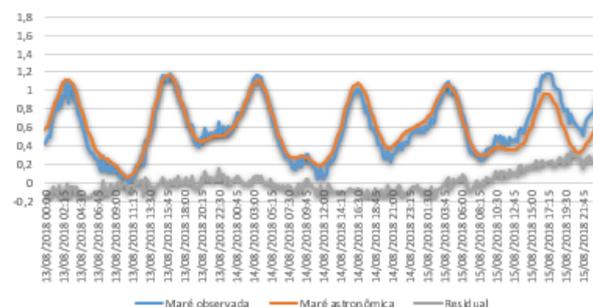
Maregrama Balneário Camboriú
25 a 27 de junho de 2018



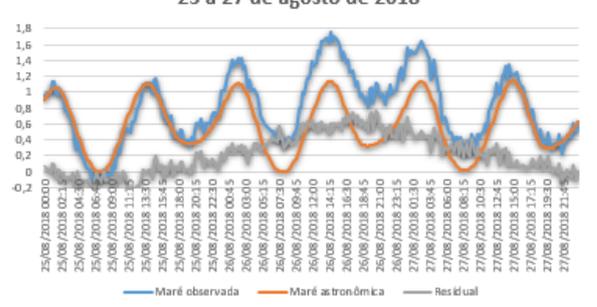
Maregrama Balneário Camboriú
09 a 12 de agosto de 2018



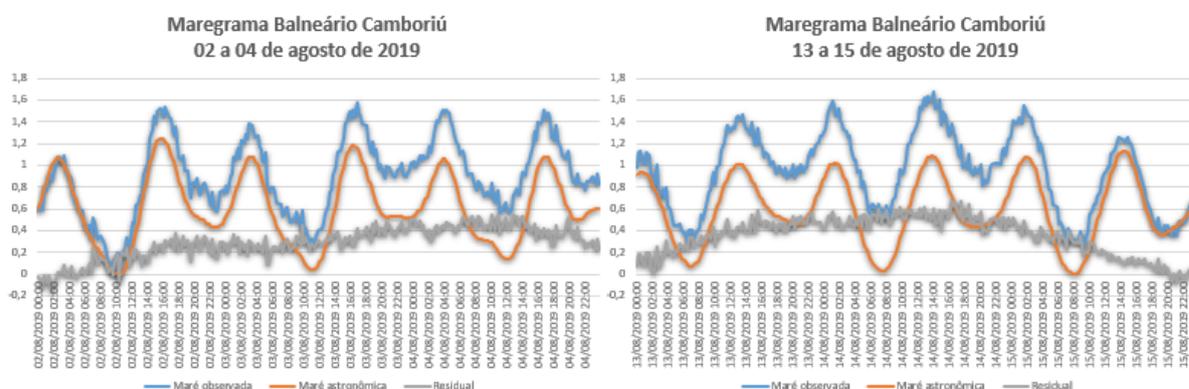
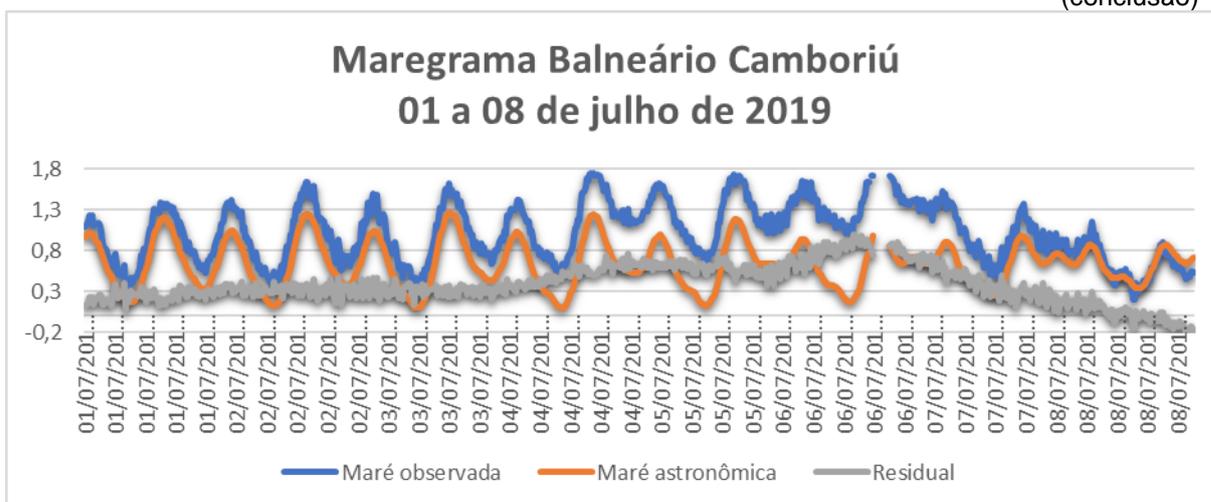
Maregrama Balneário Camboriú
13 a 15 de agosto de 2018



Maregrama Balneário Camboriú
25 a 27 de agosto de 2018



(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da EPAGRI/CIRAM (2014 a 2019).

APÊNDICE H. Quadro síntese envolvendo os três principais padrões atmosféricos identificados na pesquisa (dados dia da inundação)

(continua)

Data	Caso	Padrão Atmosférico	Local da inundação costeira	Maré de Sизigia	Estação do ano	Maré Residual Máxima		Vento: direção predominante		Velocidade média / rajada máxima Vento (m/s)		Média Pressão Atmosférica (hPa)	
						Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú
27/08/2014	1	A	Florianópolis	Sim	Inverno	0,63	-	190°	-	0,9/8,4	-	1017,2	-
11/09/2015	4	A	Florianópolis e Palhoça	Não	Primavera	0,55	-	175°	-	2,5/12,6	-	1011,2	-
17/10/2015	6	A	Itajaí	Sim	Primavera	-	0,58	-	144°	-	1,2/5,4	-	1020,1
18/05/2016	7	A	Florianópolis	Não	Outono	0,76	-	198°	-	1,7/8,6	-	1018,7	-
15/09/2016	11	A	Florianópolis, Palhoça, Biguaçu, Tijucas, Balneário Camboriú, Bombinhas, e Itajaí	Sim	Inverno	0,80	0,85	193°	185°	2,0/9,3	2,2/9,4	1016,4	1015,5
16/09/2016								203°	147°	2,0/10,2	1,4/8,2	1020,9	1020,2
28/10/2016	12	A	Florianópolis, Tijucas, Balneário Camboriú e Itajaí	Não	Primavera	1,13	1,13	213°	229°	3,2/14,5	4,3/15,1	1012,9	1012,7
21/08/2017	13	A	Balneário Camboriú e Itajaí	Não	Inverno	0,38	0,52	-	189°	-	1,5/8,0	-	1027,0
14/06/2018	14	A	Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí	Sim	Outono	0,47	0,58	191°	222°	2,0/9,2	1,5/5,3	1024,6	1023,9
10/08/2018	16	A	Florianópolis e Itajaí	Não	Inverno	0,64	0,60	240°	253°	2,4/9,3	4,7/15,0	1013,4	1013,7
11/08/2018			Florianópolis, Itajaí e Bombinhas	Sim				160°	225°	1,6/8,8	2,5/10,9	1016,7	1016,8
26/08/2018	18	A	Florianópolis e Balneário Camboriú	Sim	Inverno	0,69	0,77	207°	183°	2,1/7,7	2,0/7,6	1026,4	1025,6
03/08/2019	20	A	Florianópolis	Sim	Inverno	0,49	-	199°	-	1,4/6,5	-	1024,5	-

Data	Caso	Padrão Atmosférico	Local da inundação costeira	Maré de Sizígia	Estação do ano	Maré Residual Máxima		Vento: direção predominante		Velocidade média / rajada máxima Vento (m/s)		Média Pressão Atmosférica (hPa)	
						Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú	Florianópolis	Balneário Camboriú
22/03/2015	2	B	Florianópolis e Palhoça	Sim	Outono	0,54	-	195°	-	1,9/11,2	-	1013,2	-
19/06/2015	3	B	Florianópolis	Sim	Outono	0,53	-	233°	-	1,5/11,5	-	1027,8	-
14/08/2019	21	B	Balneário Camboriú	Não	Inverno	-	0,68	-	192°	-	1,2/5,4	-	1030,2
28/09/2015	5	C	Itajaí	Sim	Primavera	-	0,38	-	141°	-	2,1/10,7	-	1009,5
26/06/2018	15	C	Florianópolis	Não	Inverno	0,89	-	205°	-	2,1/7,4	-	1015,4	-
03/07/2019	19	C	Florianópolis	Sim	Inverno	0,93	0,99	-	2218°	-	11,0/4,5	1007,1	-
04/07/2019			Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí					204°	-	1,9/9,6	-	1014,5	1013,6
05/07/2019			Florianópolis e Balneário Camboriú					193°	175°	2,2/8,7	1,6/7,0	1018,6	1018,1
06/07/2019			Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí					234°	236°	1,8/12,9	3,2/14,0	1022,9	1023,2
07/07/2019			Florianópolis					117°	250°	1,6/9,0	3,0/10,2	1028,0	-
08/07/2019			Florianópolis					107°	-	1,4/3,7	-	1026,9	-

Fonte: Elaborado pela autora (2022).